

# 子どもの学習が発展する理科の授業・（第3年次）

——— 教材のはたらきを生かす授業の追求を通して ———

里村辰之助<sup>1</sup>    阿部 武<sup>2</sup>    斉藤道春<sup>3</sup>

理科においては、子どもが自然に力いっぱいはたらきかけ、「自ら考え、自らの方法で調べ、自らわかっていく」授業、つまり、子どもの力で進められる問題の解決が重視されなければならない。

この研究は、子どもの学習が発展する理科の授業・第3年次研究として、子どもの見方・考え方・感じ方を前進的に変容させる教材のはたらきに着目し、それを生かすための配慮事項を設定し、実践を基に検討している。第Ⅲ章においては、教材のはたらきを生かすことの重要性を取り上げ、第Ⅳ章においては具体的な実践例を提示している。

## I 研究主題の意図

### 1 理科指導についての立場 —— 子どもが進める問題解決 ——

日々の授業において、自ら自然に働きかけ体当たりして取り組む子ども、自分から働きかけることによって自然をわかろうとする子ども、わかっていくことに喜びを感じる子どもを育てていきたい。これが私たちの願いである。この願いの具現に向かって、私たちは、次のような立場から理科指導を進めようと考えた。

- 「人間として備え持っている資質を全面的に呼びさましていくことが理科の意図するねらいである」（昭和53年理科指導書P6）に示されている如く、未来を創造する人間形成の重要な一翼を担うものとして理科の役割を受けとめ、一人ひとりの子どもの成長・発展しようとする芽を引き出し、伸ばさせていく授業を展開したい。
- 願う子どもの育成は、「この内容をどのように理解させるか」「この知識をいかに効率的に与えるか」など、指導内容を順序よく整え、教師の敷いた路線の上を走らせるような、「教える授業」の構えからは、期待できない。  
「一人ひとりの子どもは、どう教材とかかわり、追求を深めようとするか」「教材とかかわることによって、子どもが何を追求しようとしているのか」「一人ひとりの考えが生かされ、学級集団として方向をもって取り組んでいるか」など、一人ひとりの学習の成立・発展を保障しようとする授業観に基づき、子どもの立場に立つ授業を展開していくことにより、願う子どもの育成が期待できる。
- 理科は、自然の事物・現象を対象にして学ぶ教科である。その自然は、社会事象と違って、こちら

らからはたらきかけることによって、はじめて反応してくる。したがって理科の学習では、子どもが自ら自然にはたらきかけ、疑問や問題を見出し、「自らの考えで、自らの方法で」調べ、解決していく過程が重視されなければならない。その過程で、知識・能力・態度が一人ひとりの子どもに相伴って育つものとする。換言すれば、自然を対象にして、子どもが自らの問題を自らの力で解決していく過程が理科学習の中心である。

子どもの問題解決は、単に知識を積み重ねるための活動ではなく、子どもが自然と対峙しながら、はたらきかけることによってとらえた事実を頭の中で相互に関係づけ、意味づけ、知識や経験を組み変えていくという知的な創造活動である。それは、正に、主体としての子どもの意欲・意識に支えられて連続・発展する学習そのものとする。

願う子どもの育成は、子どもの問題解決を根幹に据え、子どもが自然と深くかかわっていく授業を展開することにより、可能になると考え、主題が目指す授業の姿を次のようにとらえた。

— <学習が発展する授業像> —

- 一人ひとりの子どもが、自然の事象に主体的にはたらきかけ、疑問や問題を見だし、それを解決する活動に没頭していく授業
- 一人ひとりの個性的な追求が、学級全体の追求とかわり合い、見方・考え方が深まっていく授業

## 2 「子ども」についての私たちの見方

前述したように、主題が目指す授業の具現は、教師がいかに子どもの立場に立った授業を展開するかによって深くかかわってくる。私たち教師は、「子どもの立場を尊重することが、授業においては最も大切である」と、よく口にするが、ほんとうにそれを尊重しているであろうか。ともすると、わかり切ったこと、あたりまえのこととして受けとめがちではなかったろうか。

「子どもの立場に立つ」ということを、私たちは次のように考えている。子ども一人ひとりとは、どの子どもも、その子なりの善さを内包し、いろんなことを考えたい、知りたい、覚えたいという欲求をもつ存在であるとする。つまり、常にわかろうとしている存在であると子どもを見たい。もちろん、子どもの中にある暗く、よだんだものを認めないということではない。しかし、それにもかかわらず、それ故に、子どもたちは、活動しながらわかろうとする存在であり、自ら成長しようと努力する意欲を持ち、それぞれが、他の子どもと比べることのできない善さをもっているとする。

また、授業において、友達の考えに耳に傾け、「ほんとに、そうかな」「ぼくの考えと似ている」と心の中で自問自答しながら、つぶやき瞳を輝かしている場面をよく見る。これは、子どもが集団の中にあって、他とかかわり合いながら自分の考えをつなげ、高めようとしている姿である。このように、子どもは、一人ひとりが個性的な存在であるとともに、友達と助け合って学び、育っていこうとする存在でもある。

したがって、子どもの立場に立つとは、子どものよく学ぼうとする願い、子どものよく考えようとする願い、子どものよく知ろう、見ようとする願い、子どものみんなで助け合っている考えをつくろうと

する願いを汲みとり、それを授業の中で満たしていくことである。つまり、常に子どもの考えを尊重しそれに合わせ、深めていく授業を展開することにより、子どもは生き生きと学習活動に取り組み、学ぶ喜びを感じ、自らの力で学習を連続させることができるものと考ええる。

以上の1、2を踏まえ、子どもの問題解決を理科学習の根幹にすえ、学習が連続的に深まり、一人ひとりの子どもの成長を保障する授業のあり方を求めて、標記の研究主題を設定した。

## II 研究の経緯

### 1 第一年次研究(昭和55年度)～学習を発展させる要因を探る～

授業は、子どもと教材と教師との緊張関係、対応関係によって成立し、力動的かつ総合的な営みであると言われるが、その中でも、とりわけ子どもと教材のかかわりを大切にしなければならない。

私たちが目指す授業は、子どもが教材とかかわり、そのかかわりが深まっていく授業であって、教師の独断が許されない授業である。いわば、教材を中心として、子どもと教師が共に創り出していく授業と言うことができる。

そこで、第一年次研究では、目指す授業を成立させていく要因として、ひとつは一人ひとりの子どもにはたらきかけ、個性的な追求を生み出す教材、いまひとつは、学習が学級全体としてある方向性をもって深まることが大切であるという仮説に立って、その手だてや要件を探ることに努めた。

その結果、学習が連続・発展していかないときは

- 教師が、子どもの内面にある見方・考え方を見すごしたまま授業を進めている。
- 子ども自身が、自分で追求する問題を明確に意識していない。
- 子どもが考えるための事実が不足し、追求の停滞が生じている。
- 子どもの意識とずれたまま、教師が一方的に次時の活動を方向づけている。
- 子どもたちの中に、協力しながら共に学習を深めようとする姿勢に欠けている。
- 考えの根拠を持たせたり、個の考えを生かそうとする教師の働きかけに適切さを欠いている。
- 子どもの活動を誘発し、思考を深めていく教材のはたらきが弱く、子どもに教材が生きてはたらいしていない。

などが見られ、学習の発展を阻害する要因になっていることをとらえることができた。こゝから、主題が目指す授業を具現するには、次のことが大切であるととらえた。

- ・ 学習を連続的に発展させていく方向性が教材に含まれていること。
- ・ 子どもが繰り返し教材にはたらきかけ、子ども一人ひとりが自分の考えをつくり出す基礎となる事実・情報を十分に得ていること。
- ・ 教材とかかわる子どもの動きを見つめ、その裏に秘められた見方・考え方・感じ方をとらえ子どもの意識・思考に合わせて授業を組織、展開しようとする教師の柔軟な構えが必要であること。

- 子ども同士が互いに認め合い、支え合って学習を深めようとする構えが、自らの力で学習を進めようとするときの原動力になっていること。

以上のように、第一年次の研究では、学習の発展を阻害する要因を探り、それを除去、打開する視点から、目指す授業を成立させる要因をとらえようとした。そして、目指す授業は、「教材・教師・子ども同士のかかわり」の三者の動的な相互作用の中にあることを確認するとともに、とりわけ、子どもと教材のかかわりを見とり、それを深まる方向に生かそうとする教師の手だての重要性を認識することができた。

## 2 第二年次研究（昭和56年度）～学習の発展と子ども同士のかかわり～

第一年次の研究成果を踏まえ、それを実践の中で確かめ、検討することを基本にすえながら、特に次のことに焦点を当て目指す授業の具現の方途を探った。

### ＜研究の焦点＞

- (1) 第1年次において、子どもの考えが相互に作用しあい、それらが動的に展開されるとき、子どもの学習が発展していく姿をとらえることができた。そこで、子ども同士のかかわりの質を高め子ども一人ひとりの考えを発展させるための教師の配慮事項を設定し、実践を通して検討する。
- (2) 第2年次でとらえた、学習を発展させる要因が、低学年の授業においても発展の要因となりうるかを、授業をもとに明らかにしていく。

その結果、研究の焦点(1)に関して

子ども同士のかかわりとは、教材がある子どもの思考にはたらきを及ぼし、そのはたらきが他の子ども達にも波及し、相互に作用しあいながら自らの考えを高めていくことである。

子ども相互のかかわりが生まれるには、少くとも次の3点を指摘することができる。

- 自然の事物・現象に対して、一人ひとりが疑問や問題をもつ個や集団であること。
- 問題についての自分の考えを、みんなの前に進んで表出する個や集団であること。
- 友達の考えも取り入れ、自分の考えを見直し、作り上げる個や集団であること。

このような個や集団を実現するための配慮事項として、次のことが有効であることを実践を通してとらえることができた。

### ＜個と集団のかかわりを強める配慮事項＞

#### 1. 教材について問題を持つ。

- (1) 事物・現象に対する子どもの個性的で多様な取り組みを認め、子どもに知っていることと同じことや違うことを明確にさせる。
- (2) 一人ひとりが見つけた「不思議なこと」や「確かめたいこと」を取り上げ、それらが明確になるように教材を提示する。

#### 2. 自分の考えを表出し、見直す。

- (1) 自分なりの解決方法を発表させ、友達との考えのずれが明確になるようにする。
- (2) 疑問のあるところ、不確かなところを観察や実験させたり、友達と話し合わせたりして、自



分の考えを見直すようにする。

### 3. 自分の考えを作りあげる。

- (1) 見直して作りあげた考えや解決の過程をふり返って、わかったことをもとにして一般化をはかるようにする。

#### 研究の焦点(2)に関して

第一年次でとらえた学習が発展する要因「教材・教師・子ども同士のかかわり」は、低学年理科の学習においても、成立することをとらえることができた。すなわち

#### (1) 教材のはたらきかけについて

- ・ 一人ひとりの子どもが具体的で、直接的な活動ができ、個性的で多様なはたらきかけのできる教材であること。
- ・ 教材と子どもがかかわり合う中で、「もっと～したら」「今度～したい」など、次に発展するきっかけとなる子どもの願いや取り組みが生まれる教材

#### (2) 教師のはたらきかけについて

- ・ あくまでも、子どもの意識でつながる具体的な活動の積み重ねを重視すること。そのために、子どもの活動を多角的に評価し、次の学習発展の契機をとらえるという姿勢で臨むこと。
- ・ また、子ども一人ひとりの願いや欲求を大切に、教材の扱いの程度を配慮するとともに、子どもが気付くまで待つというゆとりのある姿勢で臨むこと。

#### (3) 子ども同士のかかわりについて

- ・ 友達の活動をまねたり、それに触発されて自分の発想をふくらませたりして、活動の中でかかわり合いながら、気づきを深めていく姿が見られる。
- ・ また、話し合いの場面で、つけたしたり、反対したり、応援したり、自分の考えをのべたりして、追求の目あてがはっきりしてくると、活動に勢いが出てくる。
- ・ 共にかかわっていく姿勢は、低学年においても重要であるが、大切なことは、ある活動が学級全体に波及し、広がりをもつまで教師が待つという姿勢がとれるかどうかが鍵になっていることである。

### Ⅲ 本年次の研究(昭和57～58年度) ～学習の発展と教材のはたらき～

これまでの研究から、学習を発展させる要因は、「教材・教師・子ども同士のかかわり」の動的な相互作用が重要であること、そして、子ども同士の質の高いかかわりの中で教材が生きてはたらき、子どもの学習が発展することをとらえることができた。「A君は、こんなことを言ってるけど、ぼくはこう思う。」「でもこう考えたらどうか」などと、教材がAの思考にはたらきを及ぼし、その考えにBやCがかかわって相互に作用しあい、お互いの考えを作りあげていく。それがまた、教材のはたらきを子ども自身が引き出し、解釈を深めていくことになる。つまり、教材が子どもによりよくはたらくことと、子ども同士の質の高いかかわりとが相互に作用し合う中で、子どもの学習が発展していくと言える。

そこで、本年次の研究では、子どもの思考を深め、成長させていく「教材のはたらき」に焦点をすえ、

そのはたらきを生かす授業のあり方を求めていく。

# 1 「教材がはたらく」ということに対する 私たちのとらえ方

## (1) 「教材」についてのとらえ方

社会は、自分たちが形成してきた文化が、子どもたちによって受けつがれ、生かされ、発展されることを望んでいる。そして、継承され、発展させてほしいと願うものは、文化遺産のそのものとか、その一部であるよりは、むしろ、そのような文化を形成しつづけてきた人間の姿勢であり、見方、考え方、感じ方であり、方法であると考ええる。

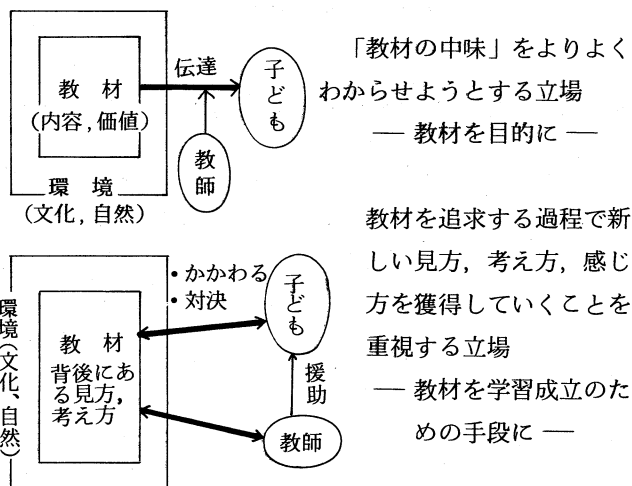
したがって、子どもたちに継承され、発展されるべきものは、一つ一つの教材そのものではなく、すべての教材の背後にあるもの、つまり、その文化を形成しようとしてきた追求の仕方や見方、考え方であると考ええる。

子どもたちが、教材と出合って心を動かされ、興味を感じ、それに意欲的に取り組むのは、教材が、子どもたちの事物のとらえ方、感じ方、かかわり方に刺激を与えるからである。ある時は、今までに持っていた自分のとらえ方をもっと推進させる方向に、ある時は、自分のとらえ方に疑問を感じさせ、とらえ方を変えていく方向に、ある時は、自分のとらえ方と対立して、それを乗り越える方向に、教材が導くからである。

このように、「教材」は、子どもの事物に対する見方、考え方、感じ方（生き方とも言える）を一層前進させるはたらきを持っているのである。したがって、教材は、このようなはたらきをもつかぎり、いかなる種類のものであってもいいのであり、子どものとらえ方を前進させるはたらきがなければ、子どもにとって、教材は無意味なものになってしまう。

前にも触れたように、私達は、子どもを「個性的であり」「常にわかろうとして努力しようとする存在」であるととらえている。この子どもが学習するということは、教材とかかわって自らの事物のとらえ方生き方を一層前進させることであり、教材をそのまま取得することとおよそ質の異なったこととしてとらえる。

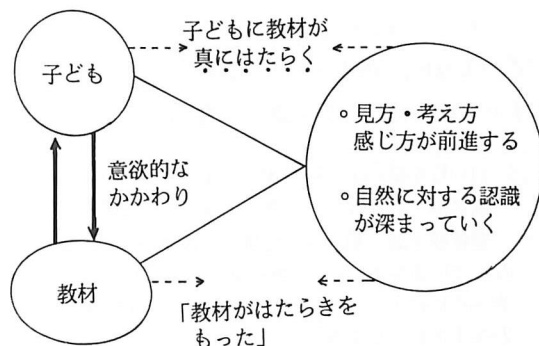
授業において、教材が不可決なのは、教材がもっている「固有の価値」を一つ一つ「よくわからせる」「教えこむ」ために大切だという考えではなく、教材が子どもの見方、考え方、感じ方に問いを投げかけるからであり、教師がその問いかけ合う子どもの反応の仕方を見守りながら、その子の事物のとらえ方を前進させようとするからである。したがって、教材は、第三のものとして、教師と子ども、子どもと子どもの事物のとらえ方を媒介し、お互いのとらえ



方をより一層深め、豊かにするはたらきをもつものとして、つまり、教育を成立させていくための手段として教材をとらえるべきだと考える。

## (2) 「教材がはたらく」ということ。

子どもが学習に意欲的に取り組み、自らの力で学習を発展しようとするのは、教材が子どもに有効にはたっているからである。先にも述べたように、教材が有効にはたっていることは、子どもが教材とかかわることによって、自らの見方・考え方、感じ方を組みかえ、事態に対する認識が深まりつつある状況が生まれていることだと考える。子ども自身のとらえ方や認識が前進してい



なければ、そこには、教材がはたっていないことになる。したがって、子どもと教材がどうかかわり合うかということが最も大切なこととなる。

子どもは、自然の事物・現象と出会い、それにはたらきかけることによって、今まであたりまえと感じていたことがらに疑問を感じ、対象を見直したり、既存の知識や経験と結びつけたりして、なぜおかしいのかを分析し、「あの考えを使えば、わかりそうだ」「これがわかったら、次にこうしてみるとはつきりするかな」などと、見通しが見えてくると子どもの活動は勢いをまし、意欲的な追求となる。

子どもたちは、過去の経験や学習によって、その子なりの自然が頭の中につくられているはずである。したがって、自らもつ自然と対象とのズレを感知し、それを今までの経験や知識と結びつけて考え、見通しがついたとき、教材が最もよくはたらいいていくものと考ええる。

## (3) 「子どもにはたらく教材の要件」は何か。

4年の単元「物の溶け方調べ」の実践を手がかりに考えてみたい。

前の日に、子どもたちは、ほう酸を湯に溶かすと水よりうんと多く溶ける事実を目にしている。一日経って、そのビーカーをみると水の底に白い物がたまっている現象に触れ、子どもは驚きの声を上げ、「白いつぶは何だ」「ほう酸ではないか」「ほう酸だとしたら、どうして出てきたのか」と、白い物の正体やそれがあらわれた原因を探ろうとする。

C<sub>1</sub> 粒を取り出して、紙の上でかわかし、虫めがねや顕微鏡で見たらどうか。

C<sub>2</sub> もとのほう酸と比べて、キラキラ輝いているか見ればわかるよ。

C<sub>3</sub> なめてみてにがい味かどうか確かめてみたい。

C<sub>4</sub> 手ざわりも調べてみたい。

C<sub>5</sub> あたためて、とければ

C<sub>6</sub> どういうこと？

C<sub>7</sub> 水に比べて、温度を上げてお湯にするといっぱいとけるのだから、これは水だから暖めてみればいい。

C<sub>8</sub> そうだ、ビーカーにたまっているものをあたためて、とけたら一日ぐらいおいて白い粒が出てく

るか確かめてみるとはっきりする。

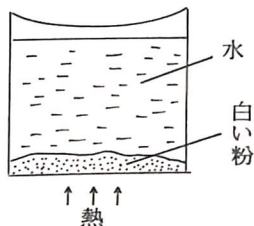
C。一日おくのもいいけれど、ビーカーの水は温度が低く、まあ普通の水になっているから、お湯にして溶かしてみても、もしとけたら、水が氷でひやしてみるといいと思う。

このように、事態をどう見るか、それをどのような方法ではっきりさせるか見通しを立てながら、子どもたちは、自らの手で調べる活動に入った。次にK児・O児の2人の追求を探ってみる。

○ 白い粒を紙の上に取り出し、虫めがねで調べる。〈あれ、水みたいだな〉〈かき氷みたいだ〉〈ほん物のほう酸に似ているな〉〈でき、ちょっと色が違うみたい。〉

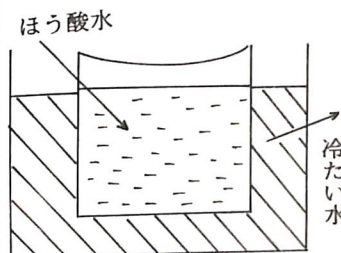
○ 顕微鏡で調べ始める。〈ほんとに氷みたいだ〉〈きれいだなあ、ガラスみたいだよ〉〈うわー、いっぱい重なっているなあ〉〈この前と同じだな〉〈ちょっとうすいけど、これは、やっぱりほう酸だ〉、くなめてみるぞ〉〈にげえー〉〈ほう酸の味だ〉、〈白い粒は、ほう酸なんだ〉〈手でさわるとサラサラしてないけど、かわかすといいかも〉〈ここへかわかしておこう〉

○ 〈よし、こんどは、あたためてみよう〉



- ・ 〈初めの温度は、何度だ〉 〈今は、ちょうど20度だ〉
- ・ 〈よし、あたためるぞ〉 〈35度だ、にこってきたぞ〉
- ・ 〈あっ、白いのがくずれていく、へってきたぞ〉 〈溶けていくんだ〉
- ・ 〈40度になったぞ〉 〈まだ、白い粒があるな〉 〈もっと上げるか〉
- ・ 〈昨日は、60度までやったから、もっとあたためよう〉
- ・ 〈ぼこぼこ溶けていく〉 〈すごい、すごい〉
- ・ 〈あっ、溶けたぞ〉 〈60度になったら、みんな溶けた〉

○ 〈おい、今度ひやそうぜ〉



- ・ 〈冷たい水に入れてみよう〉
- ・ 〈温度が、どんどん下がって行きまーす〉
- ・ 〈あれ!! また出てきた〉 〈すげえなあー〉
- ・ 〈だんだんたまってくる〉 〈わかったぞ〉
- ・ 〈きれいだなあ、雪みたいに降ってくる〉
- ・ 〈あちこちから、わいてくるみたいだ〉 〈まほうのビーカーだ〉
- ・ 〈温度が下がると、たまってくる〉
- ・ 〈今、何度だ〉 〈23度だ〉 〈やっぱり、ほう酸だ〉
- ・ 〈温度を下げると、出てくるんだ〉

○ 〈また、暖めてみよう〉

- ・ 〈おもしろい、もう一回あたためてみるか〉

以下略

この例のみで、子どもにはたらく教材が具備している要件を示すことの性急さは、つつしまなければならないが、少なくとも次のことが大切だと言えるのではないだろうか。

① 教材に、子どもの心を動かし、追求を誘発する触発性がある。

触発性、それは、教材が子どもの心を動かし、子どもにそれに触れてみたいとか、調べたい、考えてみたいという気持ちを起こさせることである。上記の例では、子どもはビーカーの中の白い粒に接し、「おや、何だろう、どうしてだろう」と追求を自ら駆り立てている。

子どもが心を動かすのは、教材と自己との間に何らかの緊張関係が生まれるからである。対峙している教材に、これまでの経験と合致しない部分、つまり、重なり合わない“はみ出し”が含まれているとき、「あれ、おかしいぞ」と不安定な状態となり、そこを切り抜けようとして子どもは動きだす。



この“はみ出し”が子どもにとって、適度な抵抗になるとき、教材は、子どもの追求意欲を駆り立て、生きてはたらいいていくものとする。

② 教材に、子どもの既知の知識や経験を総動員させる具体性がある。

子どもは、ちょっと不安だが「虫めがねでみたら」「あたためてみたら」などと、これまでの見方考え方を総動員して、こうやればできそうだと追求の方向や見通しが持てると、意欲的に教材とかかわっていく。「よし、やってみよう」と意欲をもつのは、架空の事態に対してではなく、今、自分が目の前にしているものであり、自分の追求とかかわりのあるものとして、対象に対したときであると考えられる。

③ 教材に、子どもにとって新たな問題が生まれる発展性がある。

暖めていけばとけるのではないか。→ 暖めるとやっぱりとけた。→ とすると、今度冷やしたら出てくるのではないか、→ やっぱり出てきた。→ ほう酸は、温度によって溶け方が違うのかな。…というように、子どもの追求に連続性や発展性があるとき、教材がはたらいいていえる。

したがって、子どもが一つの解決から新たな問題を生み出すことができるような、子どもの追求に耐える、深さや発展性が教材に内包されていることが大切だと考える。

④ 教材に、子どもの個性的な取り組みを誘発する多様性がある。

第2年次研究において、子ども同士のかかわりの質が高まる中で、学習が発展することをとらえてきた。それは、教材が個の思考にはたらきを及ぼし、それが他の子どもたちの思考に波紋をよびおしているからである。

波紋の広がりを、一年生の「じしゃく」の授業でみてみよう。授業は、前時の磁石につくもの、つかないもの調べから、子どもたちの関心が磁石にモールがつくことに強く向けられていたので、いちごバックにモールを入れ、磁石に付けてみる活動から始まった。A・W児の活動を中心に追ってみた。

<あれ、とびついてくる> → <うわー、くっついた> <何だ、これ> <花火みたいだ> →  
 <おお、ハリネズミだ> <先生!!来て、すごいから> → <あれ!!>  
 モールが動く > <こうやっても吸いつく> <外からしてもついてくる> <モールのエレベーターだ> →  
 → このA・W児の活動がとなりの子どもへ、さらに周りの子どもへと広がっていく。→ <モールを下  
 じきの上においても動く> <ノートの上も動く> <机の下でも動くよ> <本、ノート、下じきを三段式にし  
 ても動くよ> → <手の中においても動く> → <電波が出るんだよ> <こうやってさ、道具ばこの中  
 でも動くもん> <強い磁石なら、もっとよくモールがおどる> <でも、厚す  
 ぎるとだめだ> → <先生!!水ください> <T. どうするの> <モール  
 をね、水の中に入れてつるの> <ぼくに>  
 <あれ!!>



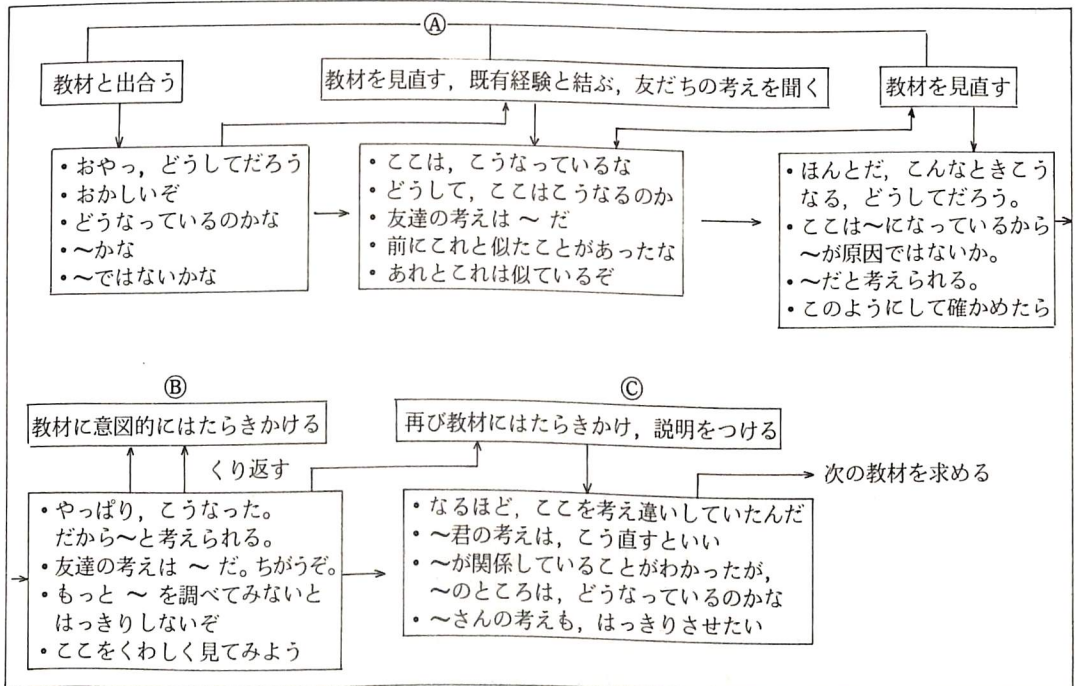
上記の例でも見られるように、「ある物でへだてても、磁石の力がはたらく」ことを見つけたA・W児の個性的な取り組みが、他の子どもたちの取り組みを引き出し、中に水を入れてみようという発想に発展している。つまり、教材がはたらいているときは、そこに、個性的な取り組みが生まれているとすることができる。逆に言えば、その子らしい取り組みを生みだす多様性を内包している教材が、真に子どもにはたらく教材とみることができる。

以上、子どもにはたらく教材が具備する要件を、触発性、具体性、発展性、多様性としてとらえてきたが、これが単独に存在するのではなく、相互にかかわり合っているとみていくことは、当然のことである。

## 2 「教材のはたらきを生かす」ための配慮事項（仮説）の設定にあたって

### (1) 授業における重要な三つの場面

子どもが問題を見出し、その解決を追い求めていく姿をある型で表現することは容易なことではない。そこには、どろどろとした繰り返しがあったり、あともどりがあったり、飛躍があったりして様ではない。私たちは、このことを踏まえ、これまでの実践を重ね合わせながら、「子どものわかり方」の流れを次のようにとらえ、授業における重要な場面として「問題を持つ場」「自分の考えを見直す場」「自分の考えを作り上げる場」の三場面をとらえた。



上記の流れにおいて、①を「問題を持つ場」、②を「自分の考えを見直す場」、③を「自分の考えを作り上げる場」としてとらえてみた。繰り返すがこれを固定化して見ているというのではなく、授業のイメージを描き、教材のはたらきを生かす配慮事項を鮮明にしたいがためである。

## (2) 教材のはたらきを生かすための配慮事項設定の視点

＜問題を持つ場＞では、

この場面においては、子どもの問題意識を醸成し、一人ひとりの子どもに追求の視点、つまり問題を明確にさせることが最も重要な要件となろう。物を見て、物に触れてすぐに問題が生まれることは考えられない。対象と自分の既にもっているイメージとのズレから、対象を見直し、はたらきかけていく多様な取り組み、(情報を集めようとする営み)を大切に、一人ひとりの中に、不思議さや調べたいことが明確になる場を保障していかなければならないであろう。

また、一人ひとりの子どもがとらえた不思議さや確かめたいことが、すぐに集団で共に追求し深めようとする問題となるとは限らず、その逆の場合もまた起こり得る。一人ひとりのもつ子どものイメージがそれぞれ多様であるからである。したがって、一人ひとりのとらえた疑問や矛盾をいかに共通のものとするかということが重要となってくる。そのためにも、一人ひとりの「不思議なこと」「わからないこと」「確かめたいこと」を表出させ、共通点や差異点をはっきりさせながら、追求する問題を明確なものにしていく必要がある。

＜自分の考えを見直す場＞では

見直す前に、まず自分の考えを事実即して持つということが大切になる。子どもは問題をはっきり意識してくると、自分なりの方法で試したり、確かめたりして自分の論理の基になる事実をとらえようとする。つまり、繰り返し試したり、調べたりする場を大切にしなければならない。そして、事実即して説明づけた自分の考えを見直すことを重視しなければならない。この見直しは、個と集団のかかわりの中でよりよくなされると考える。友だちとかかわることによって、自分の考えの不十分さに気づいたり、新たな疑問や調べなければならないことに気づかされたりする。ここでは、たえず教材に立ち返って、調べ、確かめながら自分の考えを見直していくことを大切にしなければならない。

＜自分の考えを作り上げる場＞では、

子どもが学習の結果、「わかった」ということは、ただ単にできたということではなく、それは、納得するという世界である。納得するということは、その事態を根拠をもって説明できたり、他に適応させて、自分の考えを拡張したりする世界である。また、わかったこと、解決できたことと同時に、わからないこと、解決できなかったことを意識する世界でもあると考える。

したがって、この場面では、解決の過程をふり返って、自分の考えをまとめたり、友だちとのかかわりを通して、考えを比べたり、つなげたり、調べ直したりする取り組みを大切にしなければならないであろう。

以上の視点を踏まえ、教材のはたらきを生かすための配慮事項を下記のように設定した。これらは、教材のはたらきを生かすための仮説ではあるが、むしろ、教師の構えという性格をもたせている。なぜなら、授業は、配慮事項を踏まえて授業を組織・展開しても、必ずしも計画した方向へ展開しないことがある。仮説があるからといって、無理に初めの計画に固執して教師の考えで一方向的に授業を進めたら、教材ははたらくことなく、子どもの追求も途切れてしまうだろう。授業の展開においては、必要によ

ては、教材や計画を変更してでも、子どもの追求に対応しようとする教師の構えを大切にしていきたい。

したがって、仮説はどうでもいいというのではなく、仮説を踏まえた授業を大切にしながら、むしろ教師の予測と子どもの追求のズレを分析・追求することにより、仮説の検討・修正・追加を図り、教材のはたらきを真に生かす教師の構えの確立を目指していきたい。

### —仮説—

#### 〔教材のはたらきを生かすための配慮事項〕

##### 1. 問題を持つ場において

ア. やってみたいとか、試してみたいなどの気持ちをもたせるように、具体物や活動によって焦点づけられた教材を提示する。

イ. 自然の事物・現象に対する多様な取り組みを認め、一人ひとりが発見した「不思議なこと」や「確かめたいこと」などを学習に位置づけるようにする。

##### 2. 自分の考えを見直す場において

ア. 一人ひとりの気づきを集団の中へ発表できるようにし、友だちの考えとの共通点や差異点を明確にする。

イ. 問題のあるところや不確かなところを観察したり、実験したり、友だちと話し合ったりして自分の考えを見直させる。

##### 3. 自分の考えを作りあげる場において

ア. 自分の考えと友だちの考えを比較したり、つなげたりして自分の考えをまとめさせる。

イ. 解決の過程をふり返り、「わかったこと」や「わからないこと」等を発表させたり、絵や文にまとめさせたりする。

上記の仮説（配慮事項）を 4 年の単元「空気や水のふくらみと温度」、5 年の単元「火と空気」の実践をもとに追求する。具体的には、

- 単元全体の授業を研究の対象に、子どもの問題追求の連続を探る。
- 授業の録音記録や行動の観察記録、学習過程における子どものノート、作品、理科作文などの授業記録の収集を図る。
- 授業記録や子どもの様態の分析を通して仮説を検討する。
- 教材が生きてはたらいっていたか、教材のはたらきが有効に生かされていたかを、自然認識の深まりの状況という視点から検討する。

## IV 指導の実際と考察

### IV-1 中学年の実践(4年「空気や水のかさと温度」)

#### 1. 単元展開の構想

##### (1) 指導の構え

##### ① 教材に対する考え方

私たちのめざしている授業像は「子ども一人ひとりが明確に問題を意識し、既存の知識や経験に基づき、多様な見方や考え方で、主体的に自然認識を深めていく授業」である。そして、その実現のために「教材」が子ども一人ひとりの中に生きてはたらくような配慮が必要であると考えている。

「教材」とは、自然の事物や現象そのものではなく、それらが持っている子どもへのはたらきかけである。すなわち、子どもにとって身近な自然物であるというだけで教材となるのではなく、それとかわりを深めようとするその子らしい個性的な取り組みが、他の子どもたちの追求にも作用したときに初めて教材としての機能が発揮されたといえるわけである。いいかえると、一時間の中では、子どもの位置づけた教材(個性的な取り組みの中から生まれる、一人ひとりの見方や考え方、感じ方、表現の仕方等)が他の子どもたちにはたらきかけ、自然認識を深める原動力になっていくものとする。

##### ② 教材のはたらきを生かすための配慮事項

目指す授業を実現するために、「教材」が子ども一人ひとりに生きてはたらくための配慮事項を、教材や教師のはたらきかけと関連させて授業仮説として設定し、実践を通して検証を試みることにした。

#### A 問題を持つ場において

- (i) やってみたいとか試してみたいなど、気持をもたせるように、具体物や活動によって焦点づけられた教材を提示をする。
- (ii) 自然の事物・現象に対する多様な取り組みを認め、一人ひとりが見つけた「不思議なこと」や「確かめたいこと」等を学習に位置づけるようにする。

#### B 自分の考えを表出し、見直す場において

- (i) 一人ひとりの気づきを集団の中へ発表できるようにし、友だちの考えとの共通点や差異点を明確にさせる。
- (ii) 疑問のあるところや不確かなところを観察したり、実験したり、友だちと話し合ったりして自分の考えを見直させる。

#### C 自分の考えを作り上げる場において

- (i) 自分の考えと友だちの考えを比較したり、つないだりして自分の考えをまとめさせる。
- (ii) 解決の過程をふり返り、不思議に思ったことやもっとやってみたいことなどを発表したり、絵や文についてまとめさせる。

## (2) 単元の目標

- ① 空気や水を温めたり、冷やしたりしたときの様子から、空気や水は温めるとかさが増え、冷えるとかが減ることを理解させる。また、空気は水に比べてその程度が大きいことを理解させる。
- ② 自然の事物・現象から問題を見つけ、自ら進んでそれを解決し、空気やそのかさの変化のきまりを見つけ出そうとする態度を育てる。

## (3) 指導計画 (8 時間)

温められた空気のかさの変化を調べる活動を基盤として、温度変化に伴う水のかさの変化、そして、空気と水のかさの変化の違いへと、学習が連続的に発展できるように教材を位置づけ、次のような計画で指導に臨みたい。

## 第一次 空気のかさの温度による変化 (4 時間)

- ・ フラスコの中に閉じてめられた空気が、温められるとガラス板を押すわけを調べる。
- ・ 空気は温められるとかさが増え、冷えるとかが減ることを調べる。

## 第二次 水のかさの温度による変化 (2 時間)

- ・ 水は温められるとかさが増え、冷えるとかが減ることを調べる。

## 第三次 空気と水のかさの変化の違い (2 時間)

- ・ 空気は水に比べて、温度変化によるかさの変化の程度が大きいことを調べる。


## 2. 授業の実際と考察 (指導計画の第 1 次を中心に)

## (1) 問題を持つ場



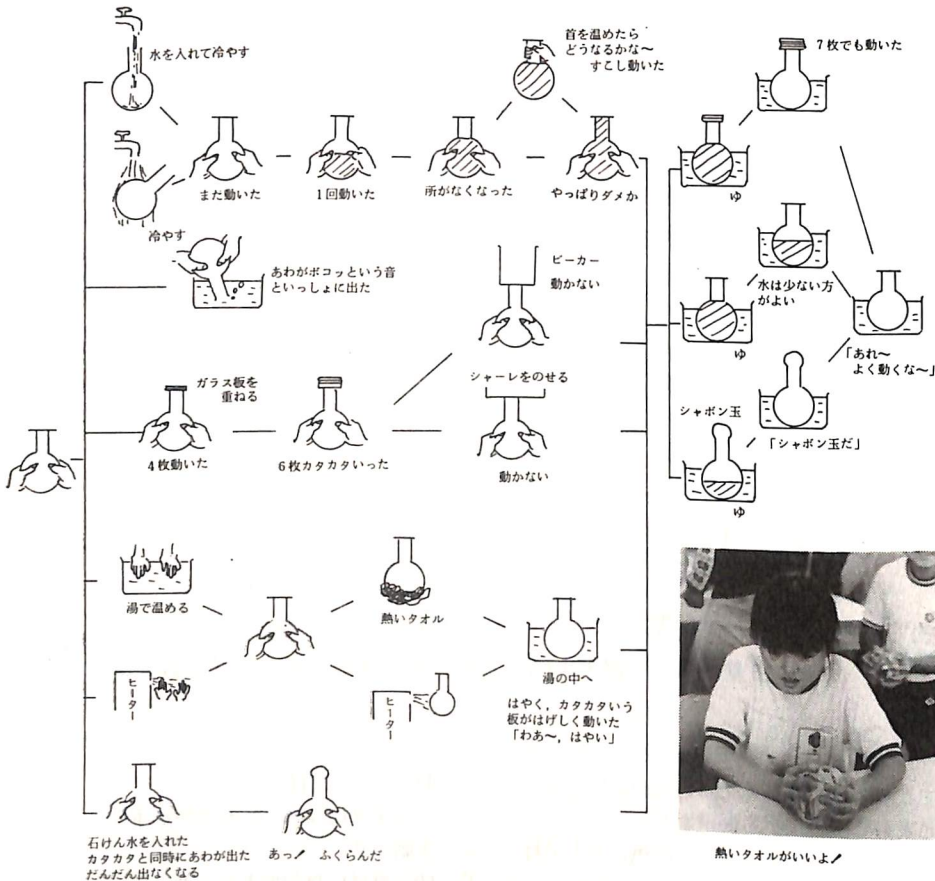
両方で温めると、ガラス板が「カタカタ」動く

フラスコにガラス板を載せ、両手で持つと「カタカタ」とガラス板が動く現象を提示する。「あれっ」、「不思議だ」、「やりたい」という気持ちをもたせ、一人ひとりの自由な取り組みを認め、多様な観点から「カタカタ」の現象をとらえさせる。そして、「こんな方法でも動いたよ」、「こうやったらもっと速く動いたよ」、「この方法ではぜんぜん動かなかったよ」という一人ひとりの発見を大切にしながら、それらを整理して提示し、「カタカタと動いたのは、温めたせいではないか」というような焦点づけられた問題を意識させていく。このような指導の意図は、配慮事項 A の(i), (ii)から考えられるものである。

教師のはたらきかけ	児 童 の 反 応
 <p>T<sub>1</sub> よく見て下さい。 カタ カタ</p> <p>T<sub>2</sub> みんなもやってみますか。</p>	<p>C<sub>1</sub> オッ、オッ。 C<sub>2</sub> 不思議だ。続く。 C<sub>3</sub> いわなくなった。 あっ、またいった C<sub>4</sub> どうしてかな。あたためたからかな。</p> <p>C<sub>5</sub> やりたい。やりたい。</p>



実験1の活動の中から



T。こういうことをやったら、こうなったと  
いうことを発表してもらいます。



- C<sub>6</sub> 水を入れたらよく鳴るようになった。
- C<sub>7</sub> 石けん水のまくをはって、両手であたためたらシャボン玉ができました。
- C<sub>8</sub> まるいところをつかむとゆれるから、細いところをつかんだらならなかった。
- C<sub>9</sub> ガラス板を3枚あげたら、3枚とも動いた。
- C<sub>10</sub> 水は少ない方がよく動いた。
- C<sub>11</sub> 手であたためるとよくなるので、熱いタオルでやったら動かなかった。
- C<sub>12</sub> シャーレをあげたら動かなかった。
- C<sub>13</sub> ガラス板を4枚のせてやったら動いた。
- C<sub>14</sub> お湯の中にぬれたフラスコを入れて、6枚のせたらなった。
- C<sub>15</sub> 7枚でもなったよ。
- C<sub>16</sub> フラスコとガラス板を水で冷やして、手をヒーターであたためてやったらはやく動いた。
- C<sub>17</sub> 石けん水を入れて、熱い布であたためたら動いた。
- C<sub>18</sub> フラスコをさかさにしてあたためたら、あわがでてきた。

フラスコに載せたガラス板が「カタカタ」動くのは手で温められたからではないかという見通しのもとに、類似の現象を一人ひとりに追求させることができた。この多様な取り組みの中で、「カタカタ」の原因としての温度変化についてみると、

手のあたたかさ → ストープや湯で手をあたためて → 熱いタオルで → 湯の中へと、熱源を変えている姿が認められた。これは、温めると動くという見通しを確かなものになっている姿に他ならない。

「カタカタ」と動くのは（ノートより）	
○ 空気があるから	1(人)
○ 手（湯）であたためたから	5
○ フラスコの中があたたかくなって	5
○ 空気があたためられ、それが上に上がって	7
“	フラスコから外に出
“	ようとして
“	水が水じょう気（湯
“	気）になっておして
“	ガラス板をおして
“	かさ（体積）がふえ
“	て、ぼうちょうして
○ 不明	2

しかし、ノート記録には、「温める」の内容として、単に温められたから動くにとらえている子どもから、フラスコの中の空気が温められてかさが増えてガラス板を動かしたにとらえている子どもまで見られ、その認識の程度にかなりの差が認められる。

また、フラスコの中の空気に着目しているのか不明な子も見られる。

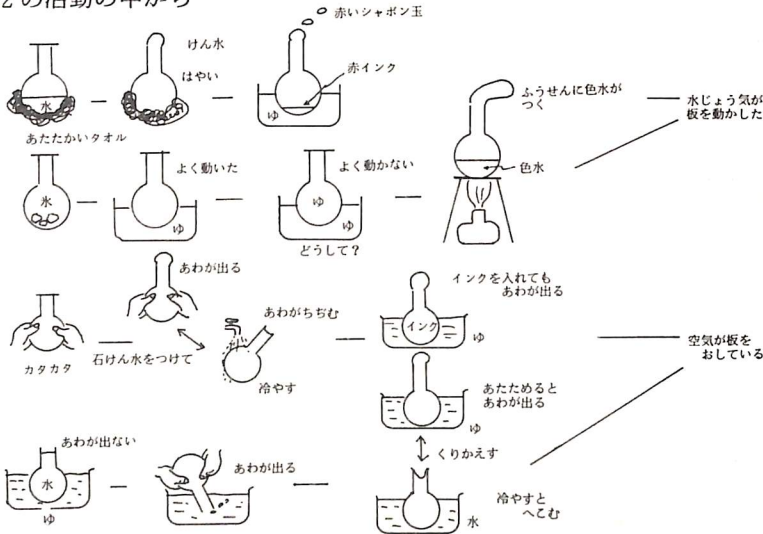
そこで、彼等の意識を探るとともに、事実の見直しをさせる意図から「カタカタ」と動く原因について発表させることにした。

このことにより、共通の事実のもとで個と集団がかかわりを深め、焦点づけられた問題が意識されることを願った。

T <sub>1</sub> どうしてガラス板がカタカタ動いたのかな。 （発表を整理しながら板書する）	動いたからです。
C <sub>1</sub> フラスコの冷たい空気が手のあたたかさで上に行き動いたと思う。	C <sub>7</sub> フラスコについている水が水蒸気になって上へ行き動かす。
C <sub>2</sub> あたためるとなります。	T <sub>2</sub> 他の意見に質問がありませんか。
C <sub>3</sub> あたためるとよく動きます。	C <sub>8</sub> 手であたためた程度では蒸発しないのではないですか。
C <sub>4</sub> あたためられた水蒸気が上にあがって行って動かす。	C <sub>9</sub> 水をいれるとガラス板がなったのでそう思いました。
C <sub>5</sub> フラスコが冷たいので、あたためると外へ出ていこうとする。	C <sub>10</sub> それじゃ、気体は水の中でぼうちょうするのですか。
C <sub>6</sub> フラスコの中の空気が冷やされてちぢみ、あたためるとぼうちょうして動く。冷やしたあとでよく	C <sub>11</sub> すると思います。
	C <sub>12</sub> 手であたためると空気はふえるんですか。
	C <sub>13</sub> はい、ふえると思います。

子どもの考えを提示したことにより、個と集団がかかわりを持ちはじめた。「カタカタ」の原因を、温めたからにとらえている子ども、空気が温められて上へ行ったからにとらえている子ども、水が水蒸気になって上へ行ったからにとらえている子どもなどがそれぞれの考えを発表し合ったが、C<sub>8</sub>、C<sub>10</sub>、C<sub>12</sub>のように散発的な質問によるかかわり合いが認められるにとどまった。これは、実験1の取り組みが温めると動くことを意識しておこなったものであって、温めると何がどうなって動くのかという意識にまで高まっていなかったことによるものである。そこで、「自分の考えを確かめたり、調べたりする実験をしましょう」とはたらきかけることにした。

実験2の活動の中から



「カタカタ」動くのは(ノートより)		
○ 空気があるから	_____	1(人)
○ 手であたためたから	_____	1
○ 水じょう気がガラス板をおす	_____	6
○ 空気があたたまつて	_____	6
"    おしたから	_____	4
"    上へあがって	_____	5
"    外へ出ようとして	_____	7
"    ふくらんでおしたから	_____	7
○ 空気はあたたまるとふくらみ、冷えると少なくなるから	_____	2
○ 不明	_____	6

実験2の取り組みから、「カタカタ」と動く原因についての認識を深めている子どもが増えてきていることがわかる。それは、その原因を、単に温めたからととらえていた子が減り、温められて水蒸気がガラス板をおす、温められた空気が外へ出ようとして、温められた空気がふくらんでおすというように、「温められて○○○○したから」ととらえる子が増加してきたことからわかる。

このような子どもの様態から、配慮事項Aの(iii)

は、個と集団のかかわりの質を高め、問題を発見させるための重要な要件になるといえる。

(2) 自分の考えを表出し、見直す場

実験2を通して、「カタカタ」と動く原因についてその子なりに、はっきりとした問題意識を持ってきた。それらを大別すると、「空気があたたまつて」カタカタ動かすという考えと、「あたたまつて水蒸気になり、上へあがって」カタカタ動かすという考えに2分される。そこで、それぞれの考える集団の中へ表出させることにより、それぞれの考えを見直させたい。さらに、不確かなところは実験で確かめたり、話し合ったりさせて自分の考えを見直させていきたい。その中で、空気のかさの変化に気づかせたい。このような指導の意図は、配慮事項Bの(iii)から考えられるものである。

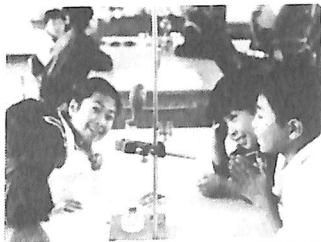
T<sub>1</sub> なぜ「カタカタ」動いたか発表してもらいます。

- C<sub>1</sub> 水じょう気があたたまつてガラス板を持ちあげたと思います。水じょう気に変えたのは、赤インクを入れたら赤いシャボン玉ができたからです。
- C<sub>2</sub> フラスコを反対にして手であたためてもあわが出てきたので、水じょう気ではなく、あたためられたからだと思います。
- C<sub>3</sub> あたたかい湯の中だと速く動いたので、フラスコの中の空気があたため





T<sub>2</sub> あたためられて水じょう気が動かすのか、空気が動かすのかはきり調べるにはどうすればいいですか。



られたからだと思います。

C<sub>4</sub> 空気がおしていると思う。そのわけは、湯の中にボコボコと泡が出たからです。

C<sub>5</sub> ぼくもそう思います。赤インクを入れて、風船をふくらませたら、インクがついていなかったのだから空気だと思います。

C<sub>6</sub> ぼくたちの赤インクがついてたよ。

C<sub>7</sub> 私はあためると空気のかさがふえると思う。あためると風船はふくらみ、冷やすとちぢんだからです。風船のうらには水滴がついていました。

C<sub>8</sub> 赤いシャボン玉は、赤インクが少し、じょう発して石けん水についたのではありませんか。

C<sub>9</sub> カラカラに乾いたフラスコに板をのせて、手であたためればいい。

C<sub>10</sub> フラスコの水分をなくせばいい。

C<sub>11</sub> それができれば空気だ。

#### 実験3の活動より

乾いたフラスコにガラス板をのせ、手であたためる → 湯の中へ入れる → 風船をつける → アルコールランプであたためる。

C<sub>12</sub> ならない。やっぱり水じょう気だ。(風船をつけてみる)

C<sub>13</sub> あっ、ふくらんだ。

C<sub>14</sub> 風船がふくらんだ。

C<sub>15</sub> 空気だ。

ここでは、C<sub>1</sub>「フラスコがあたためられて、中の水がじょう発して水じょう気になり、ガラス板をおした」という考えを教材としてとりあげ、それとかかわろうとする子どもたちとともに学習を深めていくことをねらったものである。

C<sub>1</sub>は「赤いシャボン玉ができた」という事実からの発表である。また、空気があたたまっておすという考えの子どもも、C<sub>2</sub>～C<sub>5</sub>、C<sub>7</sub>にみられるようにその子なりの、あるいはそのグループなりの事実を根拠にして反対している。このような、事実を根拠にした意見の対立により次の実験が位置づけられ、空気のかさの変化へと一歩認識を深めさせることができるわけである。つまり、C<sub>1</sub>の考えが教材として他の児童にはたらきかけ、集団としての学習の方向づけがなされたものといえる。この意味において、配慮事項Bの(i)は学習を発展させる上での大切な教師の指導の構えであるといえる。

T<sub>2</sub>は「水蒸気」と「空気」の2グループに考えがわかれたのを見とった後のはたらきかけであるが、「空気」であるとの考えが主流をなし、その考えとのかかわりあいの中で、C<sub>6</sub>のように赤インクが風船の裏側についていたことを主張したい子どもも、C<sub>11</sub>「それができれば空気だ」と自分の考えを見直すようになってきた。そして、実験3を通して、C<sub>15</sub>「空気だ」と変容してきたわけである。

実験3を通したC<sub>15</sub>に代表される「空気だ」により、「カタカタ」の現象に対する認識が一步深まってきたといえる。しかし、実験2の後のノート記録(P.17)では、「空気」という考えの中には、

- ・空気があたまって動いた
- ・空気があたまって外へ出ようとしておした
- ・空気があたまってガラス板をおした
- ・空気があたまってふくらんでおした
- ・空気があたまって上へあがっておした

等、その考え方に違いが認められることから、C<sub>15</sub>「空気だ」の内容もはっきりさせる必要がある。

<p>T<sub>3</sub> どうなりましたか。</p> <p>T<sub>4</sub> 量が変わるかどうかは、どうすればわかるかな。</p> <p>T<sub>5</sub> それでは班ごとにやって下さい。</p>	<p>C<sub>16</sub> 風船はふくらみました。</p> <p>C<sub>17</sub> 空気だね。</p> <p>C<sub>18</sub> 空気がいっぱいになっていると思う。</p> <p>C<sub>19</sub> 空気が上がっていると思う。</p> <p>C<sub>20</sub> 空気があためられると、量がふえると思う。</p> <p>C<sub>21</sub> ぼくも、量がふえるからだと思う。</p> <p>C<sub>22</sub> 風船をつけて、水を入れるとわかる。風船が中に入ればちぢむとわかる。</p>
---	---

実験4の活動の中から

T<sub>3</sub>は前述したことを意図したはたらきかけである。その結果、C<sub>15</sub>、C<sub>17</sub>で安定したかに見えた考えが、さらに見直されることになった。C<sub>18</sub>～C<sub>20</sub>の考えがそれであり、これが集団の中へ発表されることにより新たな問題が意識されてきたわけである。このC<sub>18</sub>～C<sub>20</sub>の考えは、実験1の後のノート記録(P.16)にも認められるものであるが、ここで初めて集団としての問題になり得たといえる。この問題は、C<sub>19</sub>にみられるように「あたたまった空気が上へあがってガラス板をおす」のか、C<sub>18</sub>、C<sub>20</sub>、C<sub>21</sub>にみられるように「あたたまった空気のかさが増えてガラス板をおす」のかという問題であり、実験3の前の段階での認識より、さらに一步深まった問題意識であるといえる。

「カタカタ」動くのは(ノートより)	
○ あつさに関係がある	1人
○ 水じょう気が動かし	1
○ 空気があたまって	5
" 外へ出ようとして	2
" おしたから	3
" 上へあがって	6
○ 空気はあたまとふえ、ふくらむ、大きくなる。のびちぢみする	21
○ 不明	6

これを確かさせるためのはたらきかけがT<sub>4</sub>であるが、C<sub>22</sub>にみられるように、自分たちで工夫しながら取り上げてきた風船を位置づけ、それが温めるとふくらむことの他に、冷やすとちぢむのではないかとの見通しを持った子どもがみられるようになった。しかし、実際の活動をみると、図に示した活動がほとんどであり、C<sub>22</sub>のように、冷やすとちぢむことを



確かめている班が少なかった。

実験4の後のノート記録から、「カタカタ」動く現象についての認識をまとめたものを前ページ下段に示した。これを実験2の後の認識(P.17)と比較してみると、「空気はあたたまるとふえる」ことを理解している子どもがかなり増えてきていることがわかる。このことから、実験4は配慮事項Bの(ii)として非常に有効であったといえる。

## (2) 自分の考えを作りあげる場

実験4の後で「空気のかさの変化」に気づいている子の割合が増加しているものの、約40%の子どもは認識が今一步深まっていない。そこで、今までの解決の過程をふり返りながら、自分の考えと友だちの考えを比較したり、つないだりして、自分なりの考えを作りあげさせることにした。このような指導の意図は、配慮事項Cの(iii)から考えられるものである。

T<sub>1</sub> フラスコの中の空気は、あたためるといったいどうなるの。上へあがるの。それともふくらんで、かさがふえるの。いったいどっちだろうね。今までにみんなのやったことから、何か気づいたことはありませんか。

- C<sub>1</sub> あの泡は空気だよ。  
 C<sub>2</sub> あたためるとふくらみます。  
 C<sub>3</sub> 下にむいてもふくらんでいるから、上にあがるんじゃないと思う。  
 C<sub>4</sub> 上にあがっていくなら、石けん水はふくらまないはずだ。



下に向けてもシャボン玉が  
ふくらんだ

- C<sub>5</sub> 空気が出てしまったら水が入ってくるよ。でも入ってこなかったから、ふくらむんだと思います。

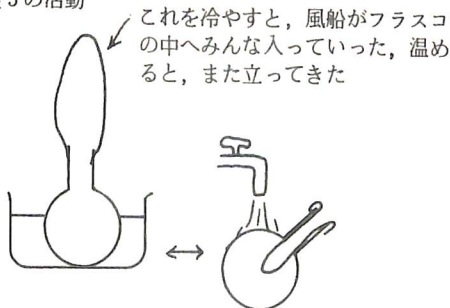


空気が出てても水が  
入らないよ

T<sub>2</sub> なんだか、上にあがっていくんじゃないみたいです。空気があたためるとふくらんでいくようです。それがよくわかる方法でやってみようか。

- C<sub>6</sub> ぼくも、ふくらむと思う。  
 C<sub>7</sub> 風船をふくらますのがいい。  
 C<sub>8</sub> 石けん水もふくらむよ。

### 実験5の活動



石けん水のふくらんだのを冷やすと、つきからつきへと入っていく



T<sub>3</sub> 今確かめたことから、どうでしたか。

C<sub>9</sub> お湯の中へ入れるとすぐふくらんだ。

C<sub>10</sub> やっぱり空気がふくらんだと思う。

C<sub>11</sub> さかさにしてもシャボン玉がふくらんだから、上にあがるのはおかしい。ふえていくのだと思います。

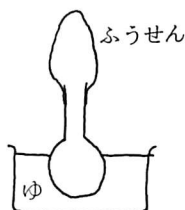
C<sub>12</sub> 冷やすとちぢむこともわかりました。そのわけは、風船を水で冷やしたら中へ入ったからです。

T<sub>4</sub> 今までやったことをふり返って絵や文でまとめて下さい。

— S 児の記録より —

はじめは水じょう気がおして動いたと思っていた。しかし、実験をして、空気があたためられてふくらんで動いたことがわかった。

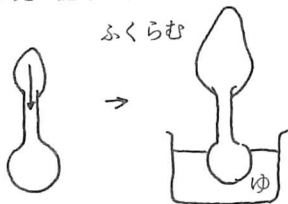
空気がふくらんだり、ちぢんだりすることがわかった。



◦ これを冷やすと、みんなフラスコの中へ入った。あたためたらまた出てきた。

◦ 石けん水を何重にもつけてあたためたら、何重にも泡が出てきた。

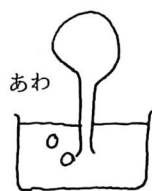
— I 児の記録より —



• 風船をつけ、水で冷やしてへこませる。それをおゆにつける。だんだんふくらみ、ボンと音がして出る。

• 手であたためると、水の中にあわが出る。

• 空気がふくらむことがわかった。



フラスコに載せたガラス板が「カタカタ」と動く現象について、一人が多様な取り組みをおこない、友だちの考えとのかかわりあいの中でその原因の追求を行ってきた。その追求の目は、

「あたためたから」→ {  
 • 「水蒸気がおした」  
 • 「空気があたたまったから」→ {  
 • 空気があたたまって、上へあがろうとして、外へ出ようとして」  
 • 空気があたたまって、かさがふえて」

と変容してきた。そこで、T<sub>1</sub>のはたらきかけにより、今までの学習をふり返らせる中から、風船やシャボン玉が、温めた時にふくらみ、冷やした時にちぢんだ事実を思い起こさせ、空気のかさの変化としてまとめさせようとしたものである。その結果、C<sub>1</sub>～C<sub>6</sub>に見られるように空気のかさの変化が指摘されてきたわけであるが、はっきりしない子どもがみられることから、実験を通してまとめさせることにした。T<sub>2</sub>はこのような意図からのはたらきかけであり、これによって、今までの学習をふり返らせるだけでなく、不確かなところをさらに調べ直したりして自分の考えを作りあげさせるための配慮である。



風船が入っちゃった!／

実験5では、ほとんどの子どもが風船をつけたフラスコを湯の中に入れたり、水道水で冷やしたりする活動をくり返し行って、空気のかさの変化を確かめていた。さらに、シャボン玉を用いて、冷やすと次から次へとフラスコの中へ入ってしまうことからかさの変化を確かめていた。C<sub>9</sub>～C<sub>12</sub>はこれを代表した発言であるが、実験5の後のノート記録を実験4の後のもの(P. 19)と比較してみると、認識の深まりをみることができる。

「カタカタ」と動くのは(ノートより)

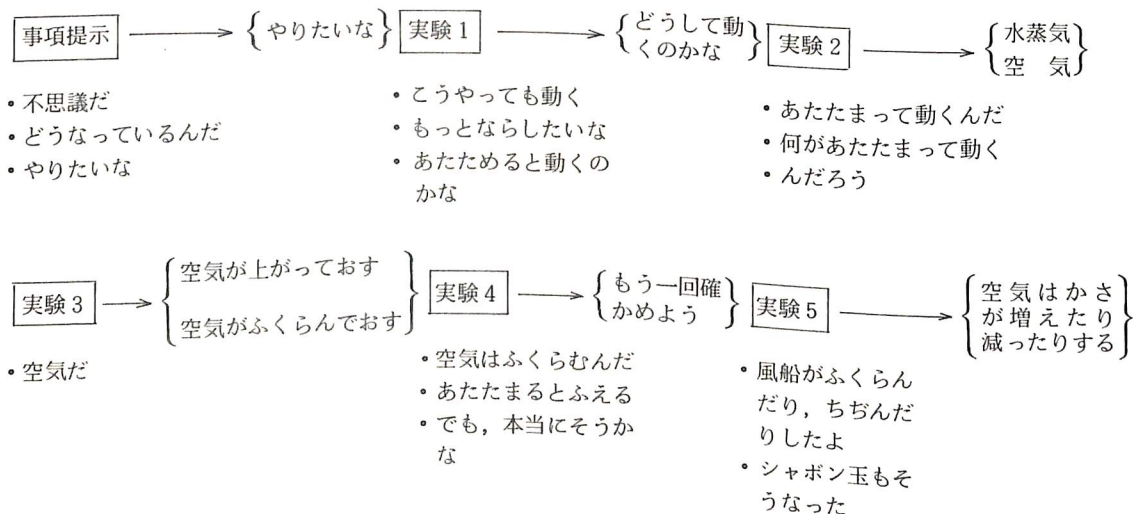
- |                      |      |
|----------------------|------|
| ・あたたまった空気が上にあがって動く   | 3(人) |
| ・空気はあたためるとふえ、冷えるとちぢむ | 39   |
| ・不明                  | 3    |

以上のことから、子どもたちは今までの追求の過程をふり振り返りながら、そこに発見した事実、友だちの考え、友だちの実験を結びつけ、さらには自分なりに調べ直しながら自分なりの考えをまとめてきたといえる。ここから配慮事項Cには、「解決の過程をふり振り返り、まだ不確かところを実験し直す」という直接的な活動を通して、自分の考えを作りあげさせることを付加する必要がある。

### 3. 認識の深まりみる

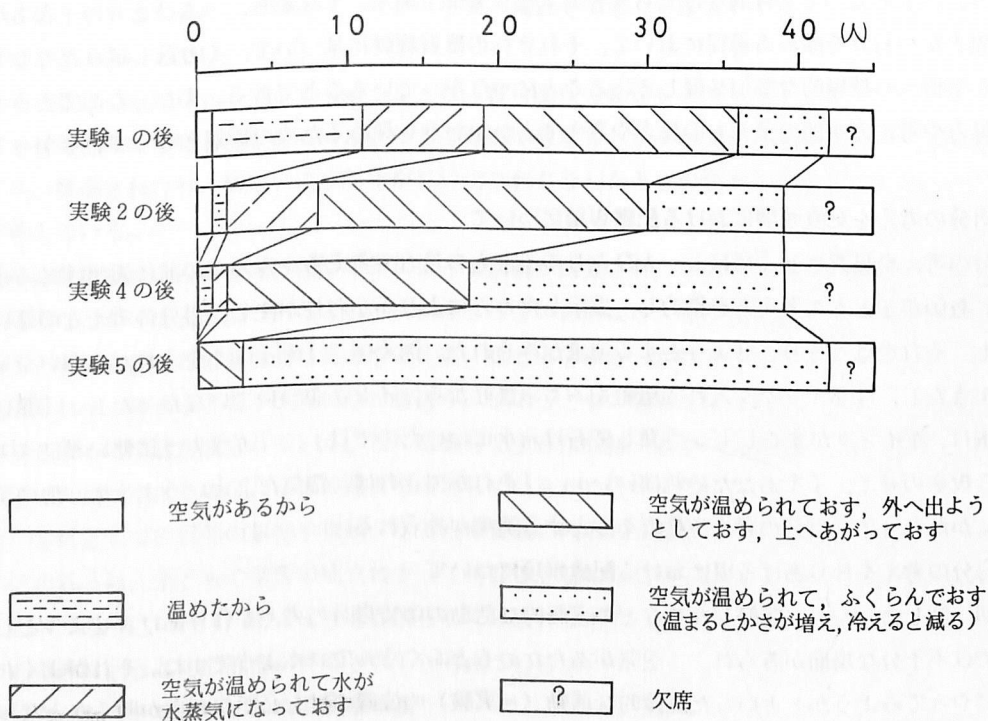
子ども一人ひとりが明確に問題を意識し、主体的に自然認識を深めていくにはどうすればよいか。そのための配慮事項を授業仮説として位置づけ、検証活動をしてきた。「教材」が一人ひとりに生きてはたらけば、学習が主体的に発展し、子どもの自然認識も深まっていくと考える。ここでは、その評価の実際として、「空気はあたたまるとかさが増え、冷えると減る」という認識への深まりを、実験との関連でまとめてみたい。

最初に各実験の前後における問題意識を探ってみると以下のようなになる。



これを見ると、学級集団としての問題意識が一步步高まっていく様子がよくわかる。実験1の後でのノート記録(P.16)において、「空気があたためられ、かさがふえてガラス板が動く」ことをとらえている子どもが6人認められたが、これが学級全体の問題意識にまで高まらなかったことは、一人ひとりが、直接的な活動(自分の考えで実際に実験してみること等)を行っていなかったためにかかわりを持てなかったからである。つまり、学級全体の問題意識がそこまで高揚していなかったからである。同様のことは、その後の実験についても言えることである。

次に認識の深まりについて以下に示す。



実験1の後では、「空気があるから」、「あたためたから」、「水蒸気になっておす」等多様な考え方が認められた。これが、実験2の後で「あたためたから」が減り、実験4の後で「水蒸気」が減り、実験5の後で「あたたまった空気が上にあがって」が減り、そのかわりに「空気があたたまってふくらんで」という考えが徐々に増加していることがわかる。つまり、実験1でとらえた多様な考えが、集団の中で実験を重ねることにより、より本質的な考えへと深まってきている。

以上のような評価の結果からも、教材のはたらきを生かす配慮事項は学習を主体的に発展させ、子どもの自然認識を深める上に有効であったといえよう。

#### 4. 実践を終えて

4年「空気や水のかさと温度」の授業実践を通して、子ども一人ひとりの自然認識の深まりを求めて



教材のはたらきが子どもの中に生きるような教師の配慮事項を追求してきた。以下にそれをまとめてみたい。

#### (1) 問題を持つ場における配慮事項について

問題意識を持たせるには、自分たちでも「フラスコの上のガラスをカタカタいわせてみたい」という気持ちをもたせるような提示の工夫と、この現象に対する多様な取り組みを許容し、子ども一人ひとりが発見した不思議さや確かめたいことを授業の中で位置づけていく構えが重要となる。このような指導の構えは、単に問題を意識させるためだけのものではなく、次の「自分の考えの見直し」や「自分の考えの作りあげ」においても有効なはたらきをおよぼすものである。すなわち、一人ひとりの子どもが自然の事象とかかわりを深める過程において、それぞれの既習経験に基づいて、くり返し試みたりしていることが学習への積極的な参加を促していることにつながっていることである。また、ここでとらえた自分の見方や考え方が他の子どもの見方や考えでとかかわりを深めるための足場となっているからでもある。

#### (2) 自分の考えを見直す場における配慮事項について

自分の考えを見直させるには、一人ひとりの子どもの見方・考え方をみんなの前に表出させる必要がある。教師が子どもの考え方を集約し、提示したことによりかかわりが生じ、自分の考えとの違いを問題とし、それをはっきりさせようとする追求がみられた。例えば、「赤インクを入れたら赤いシャボン玉ができた」、「赤インクを入れて風船をふくらませたら、インクがついていなかった」、「赤いシャボン玉は、赤インクがすこしじょう発して石けん水についたのでは」、「カラカラに乾いたフラスコにガラス板をのせて、手であたためればいい」、「それができれば、空気だ」というように、他の子の考えにかかわって、自分の考えを見直そうとする追求がみられる。

#### (3) 自分の考えを作りあげる場における配慮事項について

当初、話し合ったり、記録したりなどの言語的な活動の中で自分の考えを作りあげさせようとしたがこれでは不十分な場面がみられ、「空気があためるとふくらんでいくようですね。それがよくわかる方法でやってみようか」といった直接的な活動(=実験)の位置づけも必要なことが明らかとなった。

ここで、配慮事項のCを次のように修正することにした。

- (i) 自分の考えと友だちの考えを比較したり、つないだり、不確かなところを調べ直したりして、自分の考えをまとめさせる。
- (ii) 解決の過程をふり返り、「わかったこと」や「わからないこと」などを発表したり、絵や文にまとめさせる。

めざす授業の実現のため、「教材」が一人ひとりの子どもに生きてはたらくための配慮事項を設定し実践を通して検証してきた。この配慮事項は、教材のはたらきを生かすための教師の大切な指導の構えであるとともに、個と集団のかかわりの質を高めるための教師の指導の構えであるといえよう。



## IV-2 高学年の実践 (5年「火と空気」)

### 1. 単元展開の構想

#### (1) 指導の構え

##### ① 教材に対する考え方

すでに述べてきたように、教材とは、自然の事物・現象そのものではなく、それがもっている子どもへのはたらきととらえたい。

従って、教材のはたらきを生かすということは、教材固有の価値をそのまま子どもに与えるのではない。子どもが自然の事物・現象あるいは友だちの見方や考え方とかかわったときに、その追求がゆさぶられたり、推進されたり、新しい追求対象が見い出されたりしたときの状況を授業の中に生かしていくことと考えている。

つまり、教材のはたらきとは、物や事象によって活動が誘発され、子どもの見方や考え方、感じ方、表現の仕方などが「変容しつつあるとき」に成立するといわれよう。また、具体的な一時間の授業の中では、子ども一人ひとりの個性的な見方や考え方、感じ方等がきっかけとなって学習が深まることが多い。換言すれば、ある子どもが位置づけた教材が、他の子どもの思考にはたらきを及ぼし、渦を巻き、かわりを深めて学習が成立していく。こんな教材を生きた教材、あるいは真の教材ととらえ、授業に位置づけ、実践の中でそのはたらきの適否を検証していきたいと考えている。

なお、素材としての自然の事物や現象、学習指導要領の内容等を教材と呼ぶことを否定しているのではない。それらは、子どもの学習の成立にとって可能性を秘めた教材であって、指導計画段階の教材とすることができる。いわば、あくまでも仮説としての教材であり、実践を通すことによってのみ「はたらきのある教材」としての適否が実証されと考えている。

##### ② 教材のはたらきを生かすための配慮事項

教材のはたらきを生かすために、教師はどのような構えで授業を組織し、展開すればよいのか。ここでは、日常の授業実践とその分析に基づき、授業の重要な場面と考えられる「問題をもつ場」「自分の考えを見直す場」「自分の考えを作り上げる場」のそれぞれにおいて配慮事項を設定し、授業を組織、展開していくことにした。

#### 1. 問題をもつ場において

ア. やってみたいとか、試してみたいなどの気持ちをもたせるように、具体物や活動によって焦点づけられた教材を提示する。

イ. 自然の事物・現象に対する多様な取り組みを認め、一人ひとりが発見した「不思議なこと」や「確かめたいこと」などを学習に位置づけるようにする。

#### 2. 自分の考えを見直す場において

ア. 一人ひとりの気づきを集団の中へ発表できるようにし、友だちの考えとの共通点や差異点を

明確にする。

- イ. 疑問のあるところや不確かなところを観察したり、実験したり、友だちと話し合ったりして、自分の考えを見直させる。
3. 自分の考えを作り上げる場において
  - ア. 自分の考えと友だちの考えを比較したり、つなげたり、不確かなところを調べ直したりして、自分の考えをまとめさせる。
  - イ. 解決の過程をふり返り、「わかったこと」や「わからないこと」等を発表させたり、絵や文にまとめさせたりする。

なお、これらの配慮事項は、教材のはたらきを生かすための教師の指導の構えであり、いわば仮説としてのそれである。従って、これらをふまえ授業を組織・展開したとしても、子どもの追求の様態や授業記録の分析を通し、見直し、修正される運命にある。そのことが、より確かに教材のはたらきを生かす教師の構えを築き上げることになると考えている。

## (2) 単元の目標

閉じ込めた空気中で物を燃やすとやがて消えてしまうが、空気が入れ替わると燃え続けることから、物が燃えるには新しい空気が必要であることや、物が燃えるときの空気の変化について理解させる。

また、物の燃焼に関係する酸素や二酸化炭素を薬品を使って発生させ、それらの性質を追求する過程で、物の性質や変化を調べることに興味をもたせるようにする。

- ① 閉じ込めた空気中でろうそくを燃やすとやがて消え、再びろうそくの火を入れてもすぐに消えてしまうことから、物や燃える前と後では空気の性質が変化することをとらえさせる。
- ② ポリ容器の中のろうそくの火に、絶えず新しい空気を送り込むと、いつまでも燃え続けることから物が燃えるには常に新しい空気が供給され、変化した空気が排気されなければならないことをとらえさせる。
- ③ 二酸化マンガンと過酸化水素水で酸素を発生させ、その中での物の燃え方を調べ、酸素の中には空気中より物が激しく燃えたり、線香や木炭等の燃えた後には二酸化炭素ができたり、空気中にも酸素が含まれていることをとらえさせる。
- ④ 塩酸と石灰石で二酸化炭素を発生させ、二酸化炭素の中では火が消えたり、石灰水を白濁させたりする等の性質があることをとらえさせる。

## (3) 指導計画 (12 時間)

### 第一次・ろうそくの火と空気 (6 時間)

閉じ込めた空気中のろうそくの燃え方を手がかりとして、火が消えた後の空気には二酸化炭素ができていたり、物が燃え続けるには絶えず新しい空気が供給されなければならないことを調べる。

### 第二次・酸素と二酸化炭素 (6 時間)

薬品を用いて酸素や二酸化炭素を発生させ、酸素の中では物が激しく燃えることや、二酸化炭素は石灰水を白濁させる等、燃焼に関係する気体の性質を調べる。

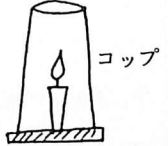
## 2. 授業の実際と考察

### —— 燃焼に伴う空気の変化を追求する過程 —— (第一次・ $\frac{1}{6} \sim \frac{3}{6}$ )

#### (1) 問題をもつ場において

##### ① 本時までの概要と指導の展開

本時は単元の導入であり、しかも、今までに物の燃焼と空気の変化やはたらきに関する学習経験はない。そこで、図のような現象をどのようにとらえているのか、つまり、物の燃焼と空気の変化やはたらきに関する実態調査の結果を手がかりとして展開をはかることにした。図の現象に対して、 $\frac{2}{3}$ の子どもたちは「消える」と答え、その理由の大半は「コップの中の空気がなくなるから」というものである。つまり、物の燃焼と空気とは何らかの関係があるのとらえている子どもが多いと思われる。従って、本時ではこのような子どもの意識の根底にある物の燃焼に伴う「空気の消滅」というとらえ方を大切にしながらも、燃焼に伴う空気の変化やはたらきに追求を発展させていく手がかりを見い出させる必要があると考える。

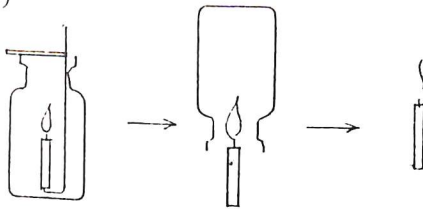

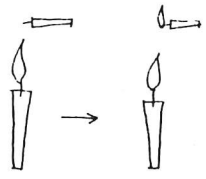
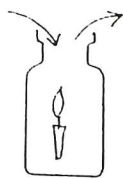


そこで本時では、子ども一人ひとりに集気びんろうそくを用意し、ろうそくの燃焼とかかわりを深めようとする一人ひとりの多様な取り組みを認め(配慮事項1のア)、その中で、一度火が消えた空気中では再びろうそくは燃焼しない現象等も発見させ、以後の学習において空気の消滅か変化かという追求の視点を明確にさせていきたい。

また、このような追求の過程で発見される、一人ひとりが見つけた「不思議なこと」や「調べてみたいこと」等を大切に取り上げ、学習に位置づけることにより(配慮事項1のイ)、一人ひとりの参加意欲を高めると共に、個の追求が集団のそれとかかわり合って追求が深まるように配慮していきたい。

##### ② 展開の概要

教師のはたらきかけ	子どもの反応
<p>T<sub>1</sub> 一本のろうそくを点灯する。</p> <p>入れ物があるの。(集気びんとガラス板を提示して)この中でろうそくを燃やしてみ、調べてみたいと思うことがあったら、見つけてください。</p>	<p>C<sub>1</sub> アッ、わかった。テレビでやっていた。二酸化炭素?</p> <p>C<sub>2</sub> 入れ物に入れて、ふたをしてみれば。</p> <p>C<sub>3</sub> 一人ひとりが図のような道具を用いて、自由にろうそくの燃焼現象を調べる。</p> <div style="text-align: center;"> </div>
<p>T<sub>2</sub> あっちこっちで、面白いなー、調べてみたいなーということが見つかったようですよ。</p>	<p>C<sub>4</sub> 一回目燃やしたときは数秒かかったけど、二回目になるとすぐに消える。</p> <p>C<sub>5</sub> 煙が出て、だんだん小さくなって、最後に中村君がそれを逆にしたら消えてしまった。</p> <p>C<sub>6</sub> エッ、よくわかんない。</p>

<p>T<sub>3</sub> よくわかるように前へ来てやってみてください。</p>	<p>C<sub>7</sub> (演示)</p>  <p>火を燃やして→びんにかぶせる→消えてしまう</p>
<p>T<sub>4</sub> 不思議だね。みんなもやってみよう。</p>	<p>C<sub>8</sub> エー。 (驚きの声がかかる) C<sub>9</sub> どうしてだか、ノートに書いていいですか。</p>
<p>T<sub>5</sub> 梅井君も不思議だねーと思うことを書いたそうです。どんなことかな。</p>	<p>C<sub>10</sub> どうして、2回目になるとすぐ消えるのか。 C<sub>11</sub> まだある。火を一端消して、煙みたいなのに火を近づけると、また火がつく。</p>
<p>T<sub>6</sub> 前でやってみよう。どうするの。</p>	<p>C<sub>12</sub> エッ、もう一回いってください。 C<sub>13</sub> (演示)</p>
	 <p>ろうの気体への点火現象を演示するがうまくいかない。</p> <p>C<sub>14</sub> アレッ、つかないよ。もう一回やってみて。 C<sub>15</sub> ぼく、その逆にやったよ。(演示) 下のろうそくに火をつけておいて、上の方へろうそくをもっていくと火がつく。</p> 
<p>T<sub>7</sub> 不思議なことがいっぱい出てきたね。まだあるでしょう。発表の時間がなくなったので、ノートに書いておいてください。</p>	<p>C<sub>16</sub> オッーついた。もう一回やってみて。 C<sub>17</sub> 他に。ふたをしておくと消えるけど、一度びんをふって(空気を入れ替える)燃やすと、また長く燃える。 C<sub>18</sub> 書かないとわかんないので(板書する) びんの中のあたりで、新しい空気と燃えかすの空気が入れ替わっているのではないかなと思う。</p>  <p>C<sub>19</sub> まだ、2つもあるよ。</p>

### ③ 考 察

子ども一人ひとりがろうそくの燃焼とかかわりを深め、自分なりに不思議なことや確かめたいことを意識し、意欲的な学習参加がはかれるようにという願いを込めたT<sub>1</sub>のはたらきかけである。

その結果、子どもたちの取り組みは多様に広がり、C<sub>7</sub>(一度燃焼させたびんを他のろうそくにかぶせると消える)、C<sub>18</sub>(びんの口の所で空気が入れ替わっているのではないかな)等、この単元の中心概念に迫るきっかけとなるような疑問や、C<sub>13</sub>(ろうの気体の燃焼)、C<sub>15</sub>(ろうそくの外炎の温度)のように、6年生の「ほのお」の単元に関連する燃焼現象の本質に迫るような疑問等を意識させることができた。このような追求の過程で、教師の意図通りC<sub>4</sub>やC<sub>10</sub>等が、一度燃焼した空気中では、ろうそくは再度燃焼しないことに疑問を感じている子どももいる。

このような子どもたちの追求の様相から、子ども一人ひとりに実験器具を与え、そうそくの燃焼現象

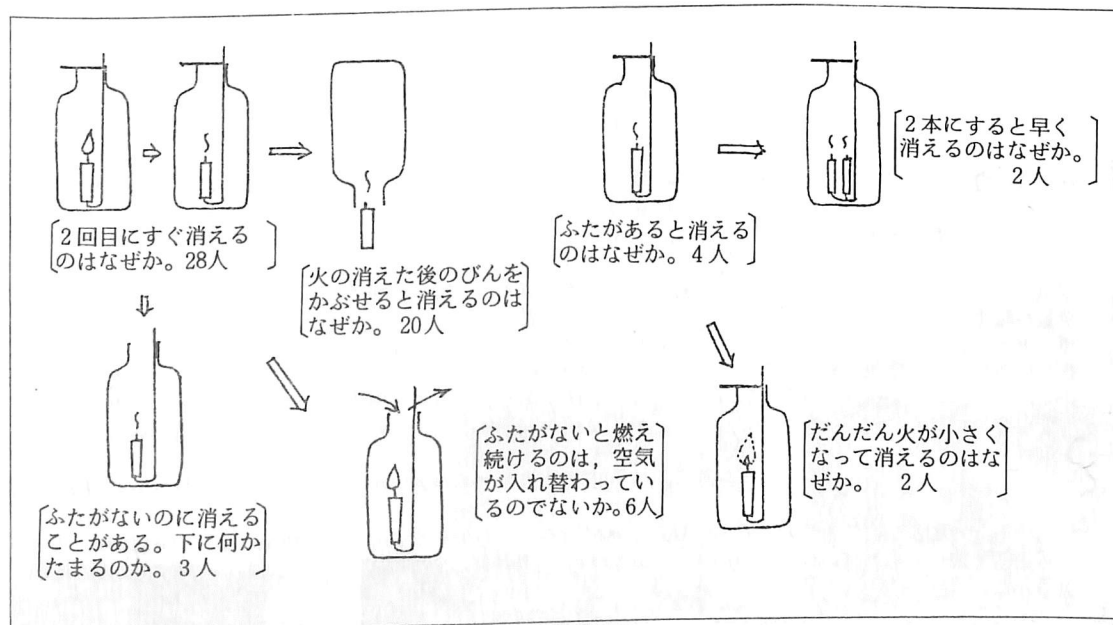


とかかわりを深めようとする多様な取り組みを認めてやる配慮(1のア)は、問題を意識させるのに適切であるといえよう。

一方、 $T_2$ 、 $T_5$ 、 $T_7$ のはたらきかけにより、子どもたちは一人ひとりが発見した「不思議なこと」や「確かめたいこと」などを表出し、それぞれの疑問を明確にしようとする取り組みがみられた。従って、これにかかわる配慮事項(1のイ)も、問題をもたせるのに有効なはたらきを示すものと思われる。

しかし、ここで新たな配慮事項として、 $T_3$ 、 $T_6$ の演示をうながしたはたらきかけ、 $T_4$ の共通の事実としてとらえさせようとするはたらきかけを指摘しなければならない。これらはいずれも、「よくわからない」とか「もう一回いってください」「エッという驚きの声」等の子どもの反応に即応してはたらきかけたものである。単に、一人ひとりの多様な取り組みを認めるだけでなく、意識された疑問や矛盾を互いに認め合えるような形で表出させてやるという配慮がないと、明確な問題として意識されにくく、従って、学習に位置づきにくいのである。この点に関しての配慮事項は、後段で修正を加えたい。

また、本時終了後には、下図にみられるような多様な問題が提起され、今後、どれを中心教材として授業を展開・展開すればよいのか、新たな配慮事項の必要性が生じてきた。



## (2) 自分の考えを見直す場において

### ① 前時までの概要と指導の意図



前時、子どもたちは集気びんの中のろうそくの燃焼を手がかりとして、一人ひとりがこれから調べてみたいことを明確にしてきている。これらを上図のように整理して揭示し、「2回目にすぐ消えるのはなぜか」を中核とした複数教材の中で、物の燃焼に伴う空気の変化に気づかせたいと願った。

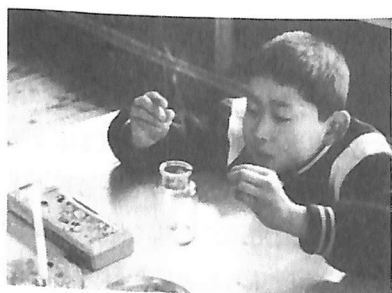
「2回目にすぐに消えるのはなぜか」という問題の追求に際しては、この現象を再度確認させたり、疑問のあるところを観察させたり、関係のありそうな他の現象と結びつけたりする時間を確保してやり

(配慮事項2のイ)、問題を明確にさせると共に、事実認識について共通の基盤を整えさせたい。

また、問題の解決に当たっては、子ども一人ひとりに自分なりの予想をもたせ、それらの予想を集団の中へ表出させ、友だちのそれとの共通点や差異点を明確にし、1つ1つ実験で確かめたり、話し合ったりして(配慮事項2のア)、自分の考えを見直させるように配慮していきたい。

## ② 展開の概要

教師のはたらきかけ	子どもの反応
<p>T<sub>1</sub> みんなが調べてみたいと思っていることを整理してきました。 どうしますか。</p> <p>T<sub>2</sub> じゃ、そうしますが、でもまだくわしく観察していない人もいますので、もう一回実験してみて、どうして2回目にすぐに消えるのか考えてみよう。 予想を立てるのに関係ありそうだと思うことはやっています。</p>	<p>C<sub>1</sub> 一番多くの人不思議だと思っていることから調べてみればいい。 C<sub>2</sub> 賛成。</p> <p>C<sub>3</sub> 一人ひとりが再度確認する。 C<sub>4</sub> やっぱ2回目早い。すぐに消える。</p> <p>～一人ひとりの追求の中での反応～</p> <p>C<sub>5</sub> 何かたまるのでないか。空気とは違うものが。 C<sub>6</sub> 線香ください。(右図のようにして、空気の流れを確かめている) 出ているのもあるし、入っているのもある。 C<sub>7</sub> 燃える空気がなくなったのでないか。酸素とか何か。 C<sub>8</sub> 煙が上にあがって、またさがってくる。ということは、煙は空気より重くて、下へたまって消えるのかな。</p>
<p>T<sub>3</sub> みんなの考え方を聞かせてください。</p> <p>— 考え方の集計・1 —</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 空気がなくなった。(7名)</li> <li>○ 空気が暖まった。(3名)</li> <li>○ 煙で消えた。(6名)</li> <li>○ 新しい空気に変な空気に変わった。(10名)</li> <li>○ 必要な空気がなくなった。(9名)</li> </ul> </div>	<p>C<sub>9</sub> 新しい空気に変な空気や燃えかすの空気に変わったのだと思う。 C<sub>10</sub> 新しい空気とか、燃えかすの空気というのは何ですか。 C<sub>11</sub> よくわからないけど、新しい空気というのは酸素で、燃えかすの空気というのは二酸化炭素だと思う。 C<sub>12</sub> ぼくは煙で消えたと思う。煙で空気がなくなって、二酸化炭素ができたんだと思う。 C<sub>13</sub> 私は、びんの中の空気がなくなったんだと思う。 C<sub>14</sub> びんの中に酸素が入っていて、ふたをして燃やすと酸素がなくなつて、二酸化炭素ができて、出られなくなって消えたと思う。 C<sub>15</sub> ぼくは何か空気に関係があると思う。必要な空気か何かが消えて消えると思う。 C<sub>16</sub> 火が消えた後のびんがあつかったので、空気が暖まると消えると思う。</p>
<p>T<sub>4</sub> いろいろな考え方が出てきたね。こういう方法で調べてみればいいのかあるかな。</p>	<p>C<sub>17</sub> 「水で冷やしても消えるよ」 「空気はまだいっぱい入っている」</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
<p>T<sub>5</sub> そうすると、どう考え直せばいいのか。</p> <p>T<sub>6</sub> ふたのない時は空気が入れ替わっているのかどうか調べてみたいの。 じゃ調べてみてください。</p>	<p>C<sub>18</sub> 空気が入れ替わらないからだと思う。ふたをして消えるのは、悪い空気か、二酸化炭素がたまると思う。 C<sub>19</sub> ぼくさっきやったよ。線香でやると空気が入れ替わっているよ。</p> <p>～以下、線香を用いた実験中の反応～</p>



「空気が入替わっているよ」

T<sub>7</sub> 話し合っているかな。今はどう思っている。

— 考え方の集計・2 —

空気が出入りできないので消える。

(35名)

内訳・新しい空気や酸素が入れないから。(7)

・悪い空気や変な空気、二酸化炭素ができる。(5)

・新しい空気が変わった。(6)

T<sub>8</sub> ジャ、今度は何を調べるの。

T<sub>9</sub> 今、聡君がいった液を知っている人いますか。

(石灰水を提示して)これがどうなればいいの。

T<sub>10</sub> 火の燃えた後の空気が白く濁るということはということ。

— 考え方の集計・3 —

・火は酸素を使って、二酸化炭素を作るので消える。(14名)

・びんの中に二酸化炭素ができるので消える。(19名)

・石灰水を白く濁らす空気ができたので消える。(2名)

C<sub>20</sub> 空気が入れ替わっている。出たり入ったりしている。

C<sub>21</sub> 本当だ。すごいなー。Uターンしている。

C<sub>22</sub> どんどん出たり入ったりしている。絶えず空気が入れ替わっていないと燃えないんだな。

C<sub>23</sub> 煙が2つに分かれている。

C<sub>24</sub> こっちの半分から入って、Uターンしてこっちから出る。

C<sub>25</sub> ろうそくの火の上の方から出て、火のついていない反対側から入る。

C<sub>26</sub> 入ったり、出たりしているということは、絶えず新しい空気と取り替えることができないと燃えないんだ。

C<sub>27</sub> さっきは、煙で消えると思っていたんだけど、空気が出入りしていることがわかったので、たぶん酸素がなくなって消えたんだと思う。

C<sub>28</sub> いい空気が悪い空気になったんだと思う。

C<sub>29</sub> ふたをしておくと、空気の入れ替えができないので、新しい空気が変な空気に変わったと思う。

C<sub>30</sub> ふたをして、びんの中の空気が入れ替わらないと、閉じ込められた空気はどうなるのか。

C<sub>31</sub> 液体みたいなのを入れると白く濁るはずですよ。

C<sub>32</sub> エッ、もう一回いってください。

C<sub>33</sub> びんの中に液体みたいなものを入れると白く濁る。空気だと白くならないで、別な空気だと白く濁る。

C<sub>34</sub> わかった。見たことある。

C<sub>35</sub> ぼく、本で見たんだけど、石灰水だと思う。

C<sub>36</sub> 普通の空気だと白く濁らないで、燃えかすの空気だと白く濁る。

C<sub>37</sub> 「空気と比べよう」

「白く濁った」

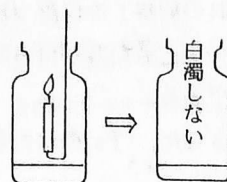


C<sub>38</sub> 二酸化炭素というか、変な空気というか、変わった空気がある。

C<sub>39</sub> 酸素がなくなって、二酸化炭素があるということ。

C<sub>40</sub> 空気が入れ替わらないと、二酸化炭素ができるので、やっぱりふたがないと空気が入れ替わっていると思う。

C<sub>41</sub> ふたをしなくて燃やすと、白く濁らなかったの、やっぱり空気が入れ替わっている。



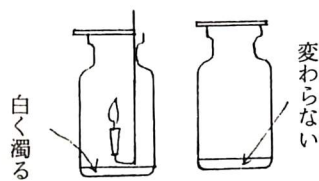


### ③ 考 察

「2回目になるとすぐに消える」という問題について、一人ひとりの子どもの事実を再確認させ、事実認識について共通の基盤を整え、問題点を明確にしたり、友だちとかかわり合って追求が深まるようにという配慮に基づいたT<sub>2</sub>のはたらきかけである。その結果、C<sub>4</sub>のように問題となっている事実を明確にし、C<sub>5</sub>～C<sub>8</sub>のように、「空気の流通」や「重さ」等他の問題との関連で追求しようとする姿がみられた。このような過程を経て、子どもたちは問題の意味を明確にとらえ、「考え方の集計・1」にみられるような、それぞれの考えをもつことができた。

なお、ここに興味深いデータがある。それは、このように追求の過程において、子どもたちは単に「2回目になるとすぐに消える」という問題追求にとどまらず、第一時において自ら提起した疑問や矛盾を常に意識し、それらと関連づけて追求していたという事実である。それは、授業後の次のようなノートの一節から伺うことができる。

- 2回目にすぐに消えるのは、二酸化炭素がたまっていって消える。それはだいたい予想していたが、やっぱり不思議になった。どうして二酸化炭素だとすぐに消えるのか。なぜ、二酸化炭素はろうそくを消してしまうのか。今まで不思議だったことがたった1つの実験（線香の煙による空気の流れの観察）で解決でき、それも、よくわかりやすくなった。（K, T児）
- 石灰水を少し入れて、ろうそくに火をつけて、消えてからよくふると石灰水が白く濁る。それは二酸化炭素ができたから。  
みんなの出した問題は、全部、二酸化炭素と関係あることがわかった。（A, K児）



以上の点に関しては、「自分の考えを見直す」というよりは、むしろ明確な「問題をもつ場」の重要な配慮事項であると思われるので、後段においてさらに検討を加え、修正を試みたいと思う。

さてここでは、「空気がなくなった」とか「空気が暖まったから」などと考えている子どもたちを、燃焼に伴う空気の変化に気づかせていかなければならない。そのためには、子ども一人ひとりの予想を学習に位置づけ、友だちの考えとの共通点や差異点を明確にし（配慮事項2のア）、1つ1つ実験や観察などによって確かめ（配慮事項2のイ）、自分の考えを見直させたいという願いに基づいてT<sub>3</sub>、T<sub>4</sub>のはたらきかけをした。

その結果、C<sub>17</sub>のような実験により、「空気がなくなった」のでも「空気が暖まった」のでもないことを確かめ、C<sub>18</sub>のように「空気の流れと変化」を結びつけて自分の考えを見直すようになってきた。この考え方にC<sub>19</sub>がかかわりを示し、「線香の煙で空気の流れを確かめればよい」と主張する。このような子ども同志のかかわりを把握し、T<sub>5</sub>で（配慮事項2のイに基づく）、「線香による空気の流れの観察」を位置づけた。このはたらきかけによる子どもたちはC<sub>20</sub>～C<sub>26</sub>のような反応を示し、全員の子どもたちが自らの考えを見直している。それは「考え方の集計・1, 2」を比較してみれば明らかである。

さらに、T<sub>8</sub>のはたらきかけに、C<sub>30</sub>や他の子どもたちがかわりを示し、C<sub>37</sub>のように石灰水によ

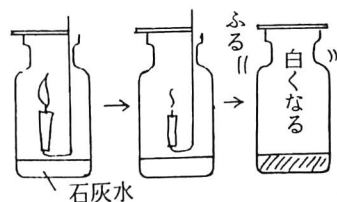


る二酸化炭素の検出へと追求が深まっていく。その結果、「考え方の集計・3」にみられるように、全員の子どもに燃焼に伴う空気の変化(二酸化炭素の発生)をとらえさせることができたのである。

このような主体的な追求を支えているものが、常に子どもの動きをとらえ、子どもの位置づけた教材(見方や考え方)に子ども同志をかかわらせ、自らの考えを見直させ、深めさせていこうとする教師の構えであるといえよう。すなわち、「自分の考えを見直す場」における配慮事項(2のア, 2のイ)は教材のはたらきを生かし、子ども自らに自然認識を深めさせていく重要な要因であると考えられる。そのことは、本時終了後のノートの一節からも伺うことができる。

◦別な空気(二酸化炭素)がたまると白くなる液(石灰水)がある  
ということで、びんの中の空気はどう変わっているのかと思ってやってみた。ろうそくは二酸化炭素という気体では燃えなくて、酸素で燃えているということと、びんの中の空気はろうそくのために変わることがわかった。

それから、ふたをしないで燃やしていると火はもちろん消えないし、石灰水も白くならないということがわかった。線香の時でもわかってはいたけど、ふたをしないと空気は入れ替わっている。(H, Y児)



### (3) 自分の考えを作り上げる場において

#### ① 本時までの概要と指導の意図

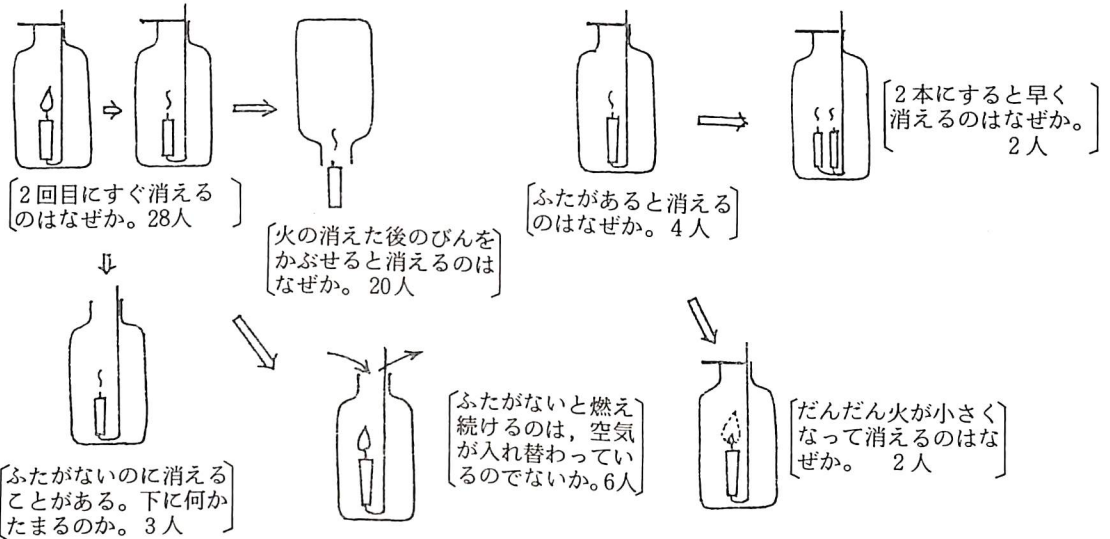
子どもたちが提起した問題を学習に位置づけ、閉じ込められた空気中では「2回目になると、ろうそくの火がすぐに消えてしまう」ことを中心教材として展開してきた。

子どもたちはこれまでに、自らの発想で線香を用いて空気の流れを確かめたり、石灰水で二酸化炭素を検出したりして、ろうそくの燃焼に伴う空気の変化を追求してきている。しかも、A, K児の「みんなの出した問題は、全部、二酸化炭素と関係ある」という意識に代表されるように、問題相互の関連をかなり明確にとらえていると思われる。

従って、ここでは、29Pで示した子どもの発見した問題を再度提示するとともに、印刷配布し、これまでの解決の過程を振り返り、友だちの考えと比較したり、つなげたりして、自分の疑問に自ら答えるという中で、自分の考えをまとめ上げさせたいと考えた。(配慮事項3のア)

#### ② 展開の概要

- T1: これで、みんなの予想は全部確かめたんだけど、初めにみんなの出した問題の説明ができるようになったかな。  
(次頁の図を掲示)
- C1: 2回目にすぐに消えるというのは、1回目は二酸化炭素が入ってないけど、ろうそくを入れて燃やすと二酸化炭素がたまって消える。
- C2: ふたをすると消えるというのは、空気が入れ替わらないので、二酸化炭素がたまって消える。
- C3: ふたがないのに消えることがあるというのは、何回もやっているうちに、二酸化炭素が下にたまってきて、消えたんだと思う。
- C4: ろうそくをふやすと早く消えるというのは、一本のろうそくで二酸化炭素を作るより、2本のろうそくの方が早くできるのだと思う。



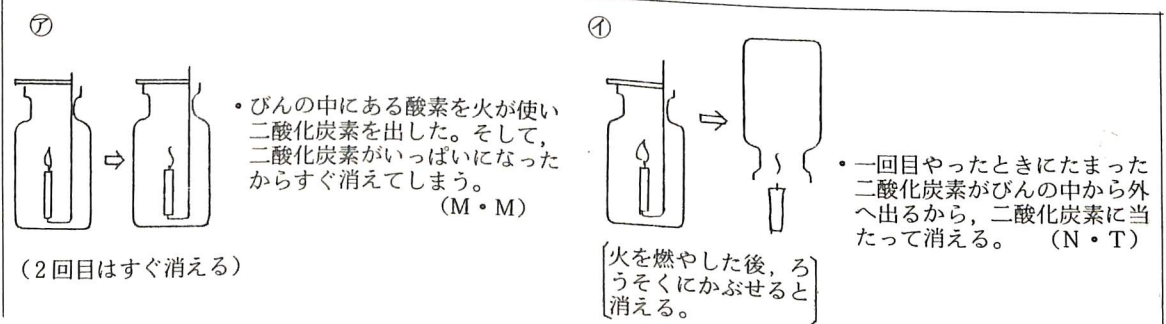
- C<sub>5</sub> だんだん小さくなって消えるというのは、火が酸素を使って、二酸化炭素に変えていくと思うんだけど、それでだんだん火に使われて、だんだん二酸化炭素ができるからだと思う。
- C<sub>6</sub> 新しい空気を入れ替えると燃え続けるというのは、二酸化炭素を入れ替えるので、また燃えるんだと思う。
- T<sub>2</sub> なるほどね。みんなの出した疑問がほとんど解決できたんだね。じゃ、自分なりに自分たちの問題に答えてみましょうね。(上図を問題形式にして配布し、記述させる)

### ③ 考 察

「みんなの出した問題は、全部二酸化炭素と関係があることがわかった」というA、K児のような意識を尊重し、これまでの解決の過程を振り返り、友だちの考えと比較したり、つなげたりして自分の考えを築き上げさせたい(配慮事項3のア)という願いに基づいたT<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>のはたらきである。

その結果、子どもたちはC<sub>1</sub>～C<sub>6</sub>の反応にみられるように、それまでの解決の過程を振り返り、そこで発見した事実や友だちの考えと結びつけて、自分の考えを作り上げている。

そのことは、自ら提起した問題に、自ら答えた子どもたちの記述からも伺うことができる。



㉗

【ふたがないのに消えることがある。】

・だんだん二酸化炭素が下にたまってきて、ろうそくの火を消した。(H・S)

㉘

煙  
線香

【火が燃えるには、絶えず二酸化炭素をすて、酸素を入れなければならない。これをくり返していれば、火は長く燃え続ける。(M・T)

㉙

【だんだん火が小さくなって消える。】

・だんだん酸素が少なくなって二酸化炭素になっていくから火が小さくなって消える。(S・Y)

㉚

【空気が入れ替わっていると燃え続ける。】

【1本より2本の方が早く消える。】

・Aは一本分の二酸化炭素が出るけど、Bだと2本分の二酸化炭素が出るから。(Y・N)

㉛

【火が消えた後、空気を入れ替えるとまた長く燃える。】

・二酸化炭素の入ったびんを入れ替えて二酸化炭素を追いはらって、新しい空気が入るから長く燃える。(K・K)

これらはまさに、「自分の考えを作り上げる場」における配慮事項(3のア)が適切だったことを示しており、ここに至るまでの過程における「教材のはたらきを生かすための配慮事項」も妥当であった結果といえることができる。

### — 燃焼には、新しい空気の供給が必要であることを追求する過程 — (第1次 $\frac{4}{6} \sim \frac{5}{6}$ )

#### (1) 問題をもつ場において

##### ① 本時までの概要と指導の意図




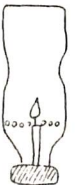



これまでに子どもたちは、自ら位置づけた問題「集気びんの中のろうそくは、2回目になるとすぐに消えるのはなぜか」を中心として、ろうそくの燃焼に伴う空気の変化を追求してきている。しかも、線香の煙を用いて空気の流れを観察し、発生した二酸化炭素が排気できるようになっていないと、ろうそくは燃え続けられないことも確かめてはいる。しかし、ここまでの追求は「子どもが提起した問題」に代表されるように、二酸化炭素の発生や存在が強く意識され、新しい空気の供給に対する認識は十分だとはいえない。そこで、本時は、ポリ容器の中でのろうそくの燃焼を手がかりにして、燃焼に必要な空

気の流通に意識を向けていきたいと考えた。

そのためには、子どもたちにやってみたいとか試してみたいなどの気持ちをもたせ、しかも、自由に切ったり、穴を開けたりすることのできるポリ容器を用いて「キャンドルケースを作ろう」とはたらきかけ、ろうそくが燃え続けられるような自由な取り組みをさせていきたい。(配慮事項1のア)

このような取り組みの中で、穴の開け方によってろうそくの燃え方が違うことから、穴の位置や大きさに気づかせ、燃焼し続けるポリ容器と消えてしまうポリ容器の比較から、しだいにポリ容器内の空気の流通に意識を向けられるようにしていきたい。

## ② 展開の概要

教師のはたらきかけ	子どもの反応
<p>T<sub>1</sub> この前は、みんなの出した疑問がだいたい解決できましたね。 (右図のようなキャンドルケースを提示して) 今まで勉強してきたことから考えて、こうやってしまうと……。いつまでも燃え続けるキャンドルケースにできないかな。</p> <p>T<sub>2</sub> 自分なら、どんな工夫をするの。</p> <p>～ 以下、子どもたちの代表的な考え方 ～</p>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>C<sub>1</sub> 消えるよ。 C<sub>2</sub> できる、できる。 C<sub>3</sub> 手に酸素を入れればいい。</p> </div> </div>
<p>○ いたるところに穴を開ける (12人)</p> <p>C<sub>4</sub>  下の方にも、上の方にも、たくさんあけておけば、新しい空気が入ってくるし、二酸化炭素も出ていくと思う。</p> <p>○ 粘土に穴を開ける (6人)</p> <p>C<sub>7</sub>  横の方にも穴をあけた方がいいかもしれないけど、二酸化炭素は重いと思うから、下の方に穴を作ってみる。</p>	<p>○ 一部分に集中的に穴を開ける (6人)</p> <p>C<sub>5</sub>  この前だれか、二酸化炭素は重いんじゃないかといっていたので、重いのなら下の方へいくから、下の方に穴をあけておく。</p> <p>○ 上部を切りとる (9人)</p> <p>C<sub>8</sub>  C<sub>9</sub> のように穴をあけてもいいんだけど、それだと穴が小さくて、酸素があまり入りにくいと思うし、二酸化炭素も出にくいから、いっそのこと、上を切ってしまう。</p> <p>○ 数個の穴を開ける (5人)</p> <p>C<sub>9</sub>  集気びんと同じで上の方から空気が入れ替わると思うので、上の方にいっぱいあける。</p> <p>C<sub>9</sub>  穴が1つだと空気の出入りが無理だと思って、3つの穴をあける。</p>
<p>T<sub>3</sub> うまく燃えるかな。まず自分の予想通り穴を開けてみてください。</p> <p>～ キャンドルケース製作中の子どもの様子 ～</p>	





<p>T<sub>4</sub> 予想通り穴を開けてみてどうでした。</p>	<p>C<sub>10</sub> 底に2つぐらい穴を開けたら消えてしまった。7つぐらい開けても消えた。今度は、全部開けてみようと思う。</p> <p>C<sub>11</sub> 最初上に5つぐらい穴を開けたら消えた。なぜかという酸素が通りにくいので消えると思う。それで、あっちこっちに穴をたくさん開けることにする。</p> <p>C<sub>12</sub> 粘土の穴だけでは空気不足で消えてしまった。今度は上を切ってみようと思う。</p> <p>C<sub>13</sub> ぼくは最初、上の方に穴を開けるといったんだけど、消えてしまった。そこで、C<sub>11</sub>のように粘土にも穴を明けてやってみると燃え続けた。だから、空気の通り道があるんじゃないかと思います。</p> <p>C<sub>14</sub> そのわけ。二酸化炭素の出る穴というか、出にくくて、それに空気も入りにくいので消えたんだと思う。ぼくのやったのは成功したんだけど、これは、空気がいっぱい入ったり、出たりするから成功したんだと思う。</p>
--	---

### ③ 考 察

これまでの追求でわかっていることを手がかりとして、やってみたいという気持ちをもたせ、自由な取り組みをうながし、その過程で空気の流通に気づかせたいという願いに基づいたT<sub>1</sub>のはたらきかけである。これに対し、子どもたちはC<sub>4</sub>～C<sub>9</sub>のような多様な方法でキャンドルケースを製作しようとしている。C<sub>9</sub>は燃焼には新しい空気が必要であるとは気づいてはいるが、空気の流通までは考えが及んでいない。C<sub>5</sub> C<sub>7</sub>は、二酸化炭素は重いかもしれないと考えてはいるが、新しい空気の供給までは気づいていない。C<sub>4</sub> C<sub>6</sub> C<sub>8</sub>のように新しい空気の導入と、発生した二酸化炭素の排気を考えている子どもなど多様である。しかし、いずれの方法をみても、集気びんを用いた追求の過程で、自分なりにわかっているろうそくの燃焼と空気の変化やはたらきと結びつけて取り組もうとしている。

その結果、その子なりの根拠に基づいてキャンドルケースを製作し、C<sub>10</sub>～C<sub>12</sub>の反応にみられるように自らの認識の不十分さに気づき、C<sub>13</sub>、C<sub>14</sub>のように「空気の通り道があるんじゃないか」と問題を明確にする取り組みがみられたのである。

以上のような追求の様態から、問題をもたせるには、やってみたいとか試してみたいなどの気持ちをもたせるような具体的な活動(キャンドルケースの製作)によって、焦点づけられた教材の提示(配慮事項1のア)が有効であるといえそうである。また、それまでの追求の過程で、子どもがわかっていることに基づいて自分なりの発想で、自由に取り組める活動の組織(配慮事項1のイ)ということも重要な要件であるといえよう。

## ② 自分の考えを見直す場において

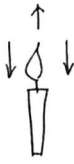


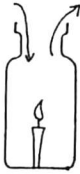
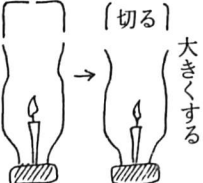
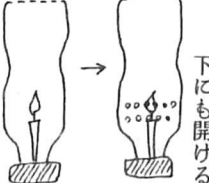
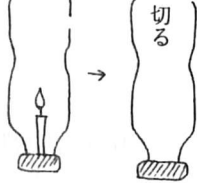
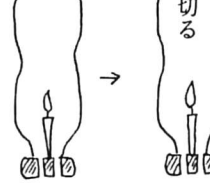
### ① 本時までの概要と指導の意図

前時は、一人ひとりが自分なりの考えでポリ容器に穴を開け、その中でろうそくが燃え続けられるかどうか確かめた。このような追求の中で、一回で燃え続けられるような穴を開けた子どもは22名、一回目は失敗し、再度穴の開け方を工夫しなければならぬ子どもは16名である。しかも、消えた子どもたちの多くは、穴の数が少ないとか、穴の場所が悪いのでないかというような表面的な見方をしている。

そこで本時は、ろうそくが燃え続けた子どもと、消えた子どもの取り組みを集団の中へ表出させ、友

たちの考えとの共通点や差異点を明確にさせたい(配慮事項2のア)と考えた。すなわち、一回目に失敗した子どもたちに、どのような穴の開け方を工夫すればよいのかを中心に話し合わせ、穴の数や場所という見方から、ポリ容器の中の空気の流れという本質の見方へ深めていきたいと願った。

## ② 展開の概要

教師のはたらきかけ	子どもの反応
<p>T<sub>1</sub> 消えた人と燃え続けた人では、どこが違うのだろう。</p> <p>T<sub>2</sub> 穴の数が足りなかった。</p> <p>～ C<sub>5</sub>の板書～</p>  <p>図-1</p>  <p>図-2</p>  <p>図-3</p>  <p>図-4</p> <p>T<sub>3</sub> ジャ、消えた人はどう改良すればいいの。</p>	<p>C<sub>1</sub> 行己君のは、粘土にだけ穴を開けたんだけど、入れ物にも開ければいいと思う。松川君のように1つだけのは失敗するから、たくさん開ければ燃え続けると思う。</p> <p>C<sub>2</sub> 穴の数じゃないよ。場所だよ。</p> <p>C<sub>3</sub> 私も穴の数じゃなくて、場所だと思う。上の方と下の方。</p> <p>C<sub>4</sub> 上の方だけ開けても、二酸化炭素は重いと思うので、下の方へたまるから、下の方にも開けると二酸化炭素が出やすいと思う。</p> <p>C<sub>5</sub> 二酸化炭素はたぶん炎の上の方へあがって行って、時間がたつてから下がってくると思う。(図-1) だから、上に小さい穴をいっぱい開けたとしても、少しずつは出ていくけど、上の方にだんだんたまって時間がたつと下がってきて、二酸化炭素が出られなくなって消えてしまうと思う。(図-2) ぼくが一番大事だと思うのは、上が大きい穴で、そこから二酸化炭素が全部出てしまって、横の方に小さい穴が開いていれば、そこから新しい空気が入って来て、ずーと燃え続けると思う。(図-3) 上と下に穴が開いていれば一番よいと思うけど、上だけでも大きい穴であれば、集気びんと同じで燃え続けると思う。(図-4)</p> <p>C<sub>6</sub> C<sub>5</sub>に賛成なんだけど、ぼくも最初は上の方に小さい穴を開けたけど消えてしまった。それは穴が小さくて二酸化炭素が出にくいのでいっぱいになって消えたと思う。</p> <p>C<sub>7</sub> ぼくは特に下の穴はいらないと思う。小さい穴を開けても二酸化炭素がたまってしまうので、上の方に大きな穴を開けておけば、空気がどんどん入ってくるし、二酸化炭素も出やすいから、上の方に大きな穴を開けておけば、下の穴はいらないと思う。</p>
 <p>大きくする</p>  <p>下にも開ける</p>  <p>切る</p>  <p>切る</p>	<p>C<sub>12</sub> ちょっと、ぼくは空気の流れを線香で調べてみたい。</p>

## ③ 考察

自分の考えを集団の中へ表出させながら、友だちとの共通点や差異点を明確にさせたいと願いを含め T<sub>1</sub> のはたらきかけである。その結果、C<sub>1</sub> は「穴が1つだけでは失敗するので、たくさん開ければよい」と穴の数の不足を主張する。これに対し、C<sub>2</sub>～C<sub>4</sub> は「穴の数でなくて、穴の場所が悪いのではないか」と二酸化炭素の重さに関連づけて、自らの考えを表出してくる。このような考え方は、これまでの追求を足場にはしているが、いずれも表面的な認識であり、物の燃焼と空気のはたらきの本質的な認識にまで深まっていはいない。

しかし、これらの子どもの考えにC<sub>5</sub>がかかわりを示し、これまでの学習でとらえた共通の事実を足場にし、「穴の数や場所ではなく、空気の流れである」と主張する。C<sub>5</sub>の板書した図1～4が大ききはたらきを示し、C<sub>6</sub>・C<sub>7</sub>がかかわりを深めてくる。

すなわち、「空気の流れが確保されれば、特に上と下に穴を開ける必要はない」という主張が、一回目に失敗した子どもたちに影響を及ぼし、C<sub>8</sub>～C<sub>11</sub>のように自分の考えを見直させるきっかけとなっている。また、一回目に成功した子どもたちも、自分の考えの確かさを確認するため、C<sub>12</sub>のように「空気の流れを線香で調べてみたい」を主張する。

このように、穴の数から場所、空気の流れ、そして線香の煙での確かめと、自らの考えを見直させることができたのは、一人ひとりの気づきを集団の中へ位置づけようとしたT<sub>1</sub>のはたらきかけ(配慮事項2のア)と、C<sub>5</sub>の自らの考えを図示し、友だちとの共通点や差異点を明確にしようとする追求が大きき要因となっている。

従って、一人ひとりの気づきを集団の中へ位置づける場合は、できるだけ具体的に図示させたり、演示させたり、または問題となっている現象を再現させるなどの配慮も必要であると思われる。この点に関しては、後段で修正を試みたいと思う。




### (3) 自分の考えを作り上げる場において

#### ① 本時までの概要と指導の意図

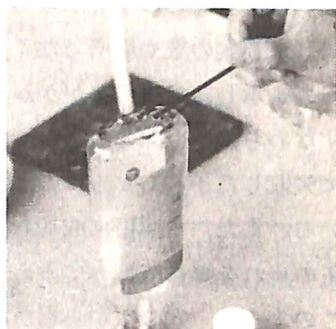
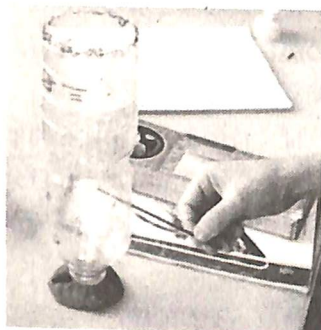
子どもたちはこれまでに、ポリ容器の中のろうそくの燃焼を手がかりとして、穴の数や場所ではなく、空気の流れができていれば物は燃え続けられるのではないかと考えを進めてきている。また、空気の流れは「線香の煙」を手がかりとして確かめることができるのではないかと考えている。

従ってここでは、このような子どもの考えを位置づけ、自分の考えと友だちの考えをつないだり、友だちの考えを手がかりとしたりして、ポリ容器を改良させ、ろうそくが燃え続ける場合の空気の流れを確かめさせ(配慮事項3のア)、物の燃焼には新しい空気の供給が必要であることに気づかせていきたい。なお、この際、自分の解決の過程を振り返り、考えを整理することをうながし(配慮事項3のイ)自分なりにろうそくが燃え続ける場合の空気のはたらきをとらえさせるようにしていきたい。

#### ③ 展開の概要

教師のはたらきかけ	子どもの反応
<p>T<sub>1</sub> ジャ、一回目失敗した人は、燃え続けられるように改良してください。 一回目に成功した人は、本当に空気の流れがあるかどうか確かめてください。</p>	<p>C<sub>1</sub> キャンドルケースを改良する。                      ○上と下に穴を開けるようにした者(5名)                          ○上を切り取った者(3名)                          ○全面的に穴を開けた者(8名)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div>

C<sub>2</sub> 線香で、空気の流れを調べる。



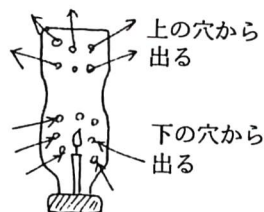
T<sub>2</sub> 杉原さんが、面白いことに気づいたよ。

C<sub>3</sub> 図示して。  
こんなにたくさん穴が開いているけど、上の方は空気を出しているし、下の方の穴は空気を吸い込んでいる。

C<sub>4</sub> 演示して。



上の方へろうそくを出すと消えるので、二酸化炭素は、上の方から出ていると思う。



T<sub>3</sub> そうすると、燃え続けるようにするには、どうすればよいかわかった。

T<sub>4</sub> じゃこの次は、二酸化炭素の重さ比べをしてみることしましょう。  
ここまでの自分の考えを整理しておきましょう。

- C<sub>5</sub> そうだ。みんな上の方から出る。  
C<sub>6</sub> 煙がみんな上の方から出るということは、二酸化炭素は重いんじゃないの、軽いんじゃないの。  
C<sub>7</sub> 下から空気が入って、上から空気が出るようにすれば燃える。  
C<sub>8</sub> まわりにいっぱい穴を開ければ、大きい穴が上の方にあるのと同じようなはたらきをやっているから、上の穴が小さくても燃える。  
C<sub>9</sub> 二酸化炭素は空気より軽いと思っていたけど、上の穴をふさいだら下の方から出てきた。ということは、ろうそくの炎の熱風に乗せられて、二酸化炭素が上の方から出ていくのだと思う。  
C<sub>10</sub> 二酸化炭素と空気はどっちが重い。  
C<sub>11</sub> 二酸化炭素の方が重いんじゃないの。

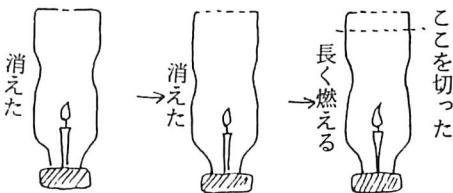

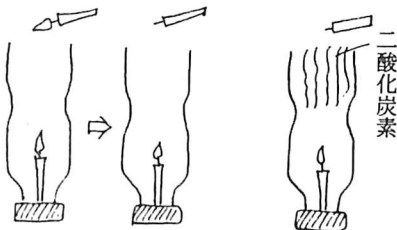

### ③ 考 察

「燃え続けさせるには、空気の流れを作ればよい」、そのためには「大きな穴を開ける」か「上・下に穴を開ければよい」、「空気の流れは、線香の煙で確かめられると思う」という子どもの考えを位置づけ、互いの考えをつなげたり、比較したりする中で、自分の考えを築き上げさせたいという願い（配慮事項3-ア）に基づくT<sub>1</sub>のはたらきかけである。

その結果、一回目に失敗した子どもたちはC<sub>1</sub>の追求に代表されるように、それぞれの考えの見通しに基づき、燃え続けられるように改良を加え、燃焼に伴う新しい空気の必要性に気づくことができた。



また、一回目から成功している子どもたちは、線香の煙で空気の流れを確かめ、C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub>に代表されるように、新しい空気の供給と二酸化炭素の排気という新しい事実を発見し、物の燃焼に伴う空気のはたらきについての認識を深めている。それらは、次のノートの一節からも伺うことができる。

一回目失敗した子ども	<p>◦初めは、上に2つぐらい穴を開けてやったけど、消えてしまった。6つぐらい開けたら、2つの時より長く燃えていたけど消えてしまった。穴が小さかったし、上の所しか開けなかったからだと思います。</p>  <p>消えた → 消えた → 長く燃える</p> <p>ここを切った</p>  <p>◦それから、上の部分を切ってやってみたら消えないで、燃え続けた。<u>長く燃え続けたのは、集気びんでやった時みたいに、上の切った所から空気が入れ替わっているからだと思います。</u>それで、線香で確かめたら空気が入れ替わっていました。(I, M児)</p>
一回目から成功した子ども	<p>◦燃え続けるようにするには、一番上に穴を開ければ、空気が出入りするので消えないと思う。(図-33)</p> <p>◦結果 — 一番上に穴を開けたら成功した。</p> <p>◦わかったこと 中でろうそくを燃やして、上の穴の所にろうそくを近づけると、ろうそくの火が消えた。消えるわけは、二酸化炭素が出ているからだと思う。(図-34)</p>  <p>二酸化炭素</p> <p>◦線香の煙で確かめてみたら、半分か<u>ら上と下に分かれている。(図-35)</u> <u>空気の流れがあれば燃え続ける。(A, E児)</u></p> 

従って、自分の考えを築き上げさせるには、当初の配慮事項(3のア)(3のイ)は、共に、その有効性が認められるものと思う。

また、子どもの発見した小さな驚きや疑問等を大切にすることで、C<sub>6</sub>、C<sub>9</sub>のように、二酸化炭素の重さが新たな問題として、子どもの意識に位置づいてきているのが伺われる。その結果、C<sub>10</sub>、C<sub>11</sub>のように「二酸化炭素の重さ調べをしてみたい」というような意識に高まり、必然的に酸素や二酸化炭素の性質の追求へと学習が発展することになる。

以上のような子どもの追求の様相から、ここでの指導の構えは、自分の考えを作り上げさせるのに有効であるばかりでなく、新たな追求問題を意識させるのにもはたらきが大きいといえそうである。この点に関しては、後段において修正を試みてみたいと思う。

### 3. 実践を終えて

子ども一人ひとりの自然認識の深まりを求めて、教材のはたらきが子どもの中に生きるような教師の配慮事項を実践を通して追求してきた。わずかな実践ではあるが、以下、教材、子ども、教師自らの姿勢などについて、成果と問題点を簡単にまとめてみたい。

#### (1) はたらきとしての教材について

子どもの問題追求における教材とは、自然の事物・現象そのものではないという確証を得ることができたと思う。当初から、子どもにとって身近な自然物であるというだけで教材となるのではなく、対象とかかわりを深めようとするその子らしい個性的な取り組み、見方、考え方、感じ方、表現のし方等が他の子どもたちの追求にも作用してはじめて、教材としての機能が発揮されるものととらえている。この件に関しては、前述の実践例において実証されたものと考えている。

具体例を挙げれば、燃焼に伴う空気の変化をとらえさせるきっかけとなった教材は、子どもが発見した「2度目になると、ろうそくの火がすぐに消えるのはなぜか」という疑問である。また、燃焼に伴う空気の流通をとらえさせる場面では、一人ひとりの子どもが工夫したポリ容器の穴の数や場所の違いである。これらをきっかけとして、穴の数や場所でなく、空気の流れであると認識が深まっている。

一方、教師の用意した教材が、必ずしも子どもにはたらきを及ぼすという確証はないのである。教師の予測通りのはたらきがみられない場合は、当然のことながら教師は自らの計画を捨て、子どもをとらえ直してみる必要が生じる。つまり、計画段階の教材を「真の教材」たらしめるのは、子ども一人ひとりの把握である。そのために教師は、座席表の集積等により、子ども一人ひとりの観察記録を残すように努めなければならない。

#### (2) 教材のはたらきを生かすための配慮事項について

授業の重要な場面と考えられる「問題をもつ場」「自分の考えを見直す場」「自分の考えを作り上げる場」のそれぞれにおいて、教材のはたらきを生かす教師の構えとでもいうべきものを仮説として設定し、子どもの追求の様相からその適否を検討してきた。ここでは、授業記録の分析・検討から見直したり、修正したりしなければならない配慮事項についてまとめておく。

##### ① 問題をもつ場において

問題とは、本来個において意識され、提起されるものであるが、学習問題となると多少意味合いが変わってくる。すなわち、個のとらえた問題が必ずしも集団の問題となるとは限らず、またその逆の場合も起こり得る。そこで重要となってくるのが、一人ひとりのとらえた疑問や矛盾をいかに共通のものとするかということである。そのためには、互いの見方や考え方、感じ方等を出させ、共通点や差異点を明確にするとともに、互いの立場を認め合える過程が必要となる。つまり「個と集団のかかわり」の中で、いかに問題を意識させるかということである。

燃焼に伴う空気の変化を追求させる導入部分では、一人ひとりのとらえた疑問を話し合いで表出させるだけでなく、ノート等からも拾い出し、座席表に整理し、掲示物として提示した。その結果、子どもたちは「一番多くの人不思議に思っていることから調べていけばよい」と安易に反応している。しか

し、問題となっている事象を明確に認識していない子どもも存在することを考慮し、すぐに検証活動に入ることを避け、共通の基盤を作ることにした。そのための配慮が「もう一回やってみましょう」「予想を立てるのに関係ありそうな実験はやってもいいよ」というはたらきかけである。

この過程で、子どもたちは問題となっている事象を再確認すると同時に、一人ひとりがとらえた疑問との共通点や差異点を明確にし、追求問題の意味を把握することができたのではないかと考える。そのことが、授業後の子どものノート「今まで不思議だったことが、たった1つの実験で解決して、それも、よくわかりやすくなった」に表われていると思う。

以上のような分析の結果から、ここでの配慮事項(1のイ)を次のように修正し、新たな配慮事項(1のウ)をつけ加えることにした。

(1のイ)の修正

自然の事物・現象に対する多様な取り組みを認め、一人ひとりが見つけた「不思議なこと」や「確かめたいこと」を集団の中へ表出させ、互いのわからなさを認め合えるようにする。

(1のウ)の追加

問題となっている事象を再確認させたり、関係ありそうな事実を集めさせたりして、問題を明確にする。

## ② 自分の考えを見直す場において

燃焼には新しい空気の供給が必要であることを追求する過程で、ポリ容器の穴の数や場所という見方から、ポリ容器の中の空気の流れに着目し、多くの子どもの見方や考え方を見直させるきっかけとなったのは、一人の子どもの板書である。図示されたC。の考え方は、それまでの子どもたちの追求の過程を整理すると同時に、互いの考え方の共通点や差異点を明確にし、空気の流れという新しい視点を全員の子どもに意識させる結果となっている。従って、ここでの配慮事項(2のア)を次のように修正する。

(2のア)の修正

一人ひとりの気づきを集中の中へ表出させ、図表や演示、再現などを通して、友だちの考えとの共通点や差異点を明確にする。

## ③ 自分の考えを作り上げさせる場において

燃焼には新しい空気の供給が必要であることを追求する過程で、子どもたちはポリ容器の中の空気の流れを確認すると同時に、二酸化炭素の重さを問題にしている。ここでは、自分の考えを築き上げさせるだけでなく「わからないこと」は、新たな追求問題となるのだという意識をもたせることが重要な教師の構えであると思われる。

常に、わからなさは残るのだという意識は、即、新たな問題の発見につながり、力強い問題解決へのエネルギーとなる。まだ問題は残されているという追求は、まさに主体的に自然意識を深めようとしている姿そのものであり、ある意味では、問題の残らないような教材は、そのはたらきが十分に発揮されたとはいえないのかもしれない。以上のような検討の結果、ここでの配慮事項に新たな(3のウ)を追加することにする。

(3のウ)の追加

「わからないこと」や「まだ調べてみたいこと」等を学習に位置づけ、新たな追求問題となることを意識させる。

以上、教材のはたらきを生かすための教師の配慮事項について、授業記録の分析から、修正や追加を試みてきた。共通していえることは、これらの配慮事項が授業の中で生き、機能するためには、教師が子ども一人ひとりをとらえ、子ども同志には互いに認め合い、励まし合い、補足し合うという関係が成立していなければならないということである。

この意味で、教材のはたらきを生かすための配慮事項とは、「個と集団のかかわりをうながすための配慮事項」ということもできるのである。見方を変えると、子ども同志のかかわりの成立が、主体的な自然認識の深まりには欠くことができない要因なのである。そのことは、子ども自ら、次のように指摘しているのである。(単元終了後の作文より)

はじめに、広口びんでろうそくを燃やしてみても、すぐに消えてしまうのが不思議だった。それまでは、二酸化炭素のことなんてほとんど知らなかったが、どんどんわかってきた。三宅君との話し合いも、ぼくのボロ負けが多かったが、大変勉強になったと思う。この勉強で学んだことは、

1. 「みんなでやること」の大切さ。
2. どんな小さな手がかりも、のがさず観察すること。
3. どんどん意見を出すと同時に、人の意見を取り入れること。

の三つである。6年生になっても、このことを生かして、しっかり勉強に打ち込もうと思う。(M, T児)

### (3) 実践を通して修正した「教材のはたらきを生かす」ための配慮事項 — 仮説の修正付加 —

#### 1. 問題をもつ場において

ア. やってみたいとか、試してみたいなどの気持ちをもたせるように、具体物や活動によって焦点づけられた教材を提示する。

イ. 自然の事物・現象に対する多様な取り組みを認め、一人ひとりが見つけた「不思議なことや」「確かめたいこと」を集団の中へ表出させ、互いのわからなさを認め合えるようにする。(修正)

ウ. 問題となっている事象を再確認させたり、関係ありそうな事実を集めさせたりして、問題を明確にする。(新しく追加)

#### 2. 自分の考えを見直す場において

ア. 一人ひとりの気づきを集団の中へ表出させ、図表や演示・再現などを通して、友だちの考えとの共通点や差異点を明確にする。(修正)

イ. 疑問のあるところや不確かなところを観察したり、実験したり、友達と話し合ったりして、自分の考えを見直させる。

#### 3. 自分の考えを作り上げる場において

ア. 自分の考えと友だちの考えを比較したり、つなげたり、不確かなところを調べ直したりして自分の考えをまとめさせる。

イ. 解決の過程をふり返り、「わかったこと」や「わからなかったこと」等を発表したり、絵や文をまとめさせる。

ウ. 「わからないこと」や「まだ調べてみたいこと」等を学習に位置づけ、新たな追求問題となることを意識させる。(追加)



## V 研究のまとめ

私たちは、第一年次、第2次の研究から学習を発展させる要因として、「教材・教師・子ども同士のかわり」の動的な相互作用が重要であることを実践を通してとらえてきた。そして、その中でも、とりわけ、子どもが深くかかわることができる「教材」が重要な役割を果たすことを確認してきた。その際に、私たちは、教材がもつ固有の価値を一つ一つ順序よくとらえさせるための目的としての教材観に立つのではなく、子どもの思考を進め、見方、考え方、感じ方を変容させ、成長させていくための手段として教材をとらえ、そのはたらきに着目してきた。本年次の研究は、この考えに立って、学習が発展する授業を目指し、特に、教材のはたらきを生かすための配慮事項を設定し、(仮説として)、実践を通して追求してきた。

私たちは、既に考察の中でも触れてきたが、子どもが意欲的に問題追求に没頭したり、ある子の個人的な取り組みが他の子どもの思考にはたらきを及ぼし、それが学級全体に波紋のように広がったりして、事象に対するとらえ方が変容しつつある状況がみられるとき、教材が生きてはたらいっていることを実感をもってとらえることができた。

提示される教材が、単に子どもの身近であるという理由から、内容として得させる価値が高いという観点から選択されても、子どもの追求活動を促進することができない。子どもの心にくいこみ、内面的な創造活動を盛んにしていくような状況が生みだせない教材は、そのはたらきが機能していないのである。教材を次から次へと追い求めていくのは、子どもである。子どもの力によって、教材のはたらきが生きたり、生きなかったりすることも事実である。それ故に、教材と子どものかかわりを教師がどれだけ深く、豊かに描けるかが、重要な鍵となる。

私たちが設定してきた配慮事項は、子どもと教材のかかわりをどのようにして生み、どう深めさせていくかという視点から設定したものである。これは、授業に臨む教師の小手先の技術を指しているのではない。これを、単に技術的なものとして見ると、授業は結果として教師の思い通り組織・展開されることになる、むしろ、子どもの主体的な追求の芽を摘みとることになりかねない。私たちは、これを授業に臨む教師自身の姿勢であり、教師自身の姿勢を問い直す視点を示しているものとしてとらえている。したがって、授業の組織・展開に当たっては、これらの配慮事項をふまえたとしても、実際の展開の中では、子ども一人ひとりの追求の態度に応じて、当然修正される運命をもっているのである。

実践の中でも触れたように、当初設定した配慮事項を修正したり追加したりすることができたのも、今、述べてきた教師の姿勢があって初めて可能になるのである。つまり、仮説としての配慮事項踏まえながら、あくまでも、子どもの意識の方向へ授業を組織し、展開していくとする教師の姿勢の中から、修正や追加の必要性を見い出すことができたのである。

最後に次年度の研究の足がかりを得るためにも、子どもの立場に立って、教材を、子どもを、教師自身を見直し、私たち自身の警鐘としたい。

### ① 子供の立場に立って教材を見る

私たち教師は、ともすると指導内容を分析し、内容の系統を重視しながら教材を選択しがちである。つまり、まず教材がありきで、この教材でこれをこのように理解させるという教師の論理が先行したまま指導の構想を立てがちである。これを、「まず子どもがいる。子どもは、この教材と出会ったらどのような活動を展開し、何を追求していくだろうか」と、子どもを中心に教材とのかかわり方を研究していく必要がある。そして、学級全体をトータルした「子ども」ではなく、太郎や花子など一人ひとりの状況をとらえ、その追求傾向をとらえ、それを発展させる教材を求めていかなければならない。

私たちは、計画段階で選定した教材は、あくまでも仮説としての教材であると考え、子どもの追求に即応できるように複数の教材を用意して授業に臨んできた。今後、この面をさらに追求する必要がある。

## ② 子どもの立場に立って子どもを見る

私たちは、子どもを常にわかって、成長しようとする存在であるにとらえてきた。一人ひとりの考えに耳を傾け、一人ひとりの追求を学級全体に出させ、授業に位置づけようとしてきたのも、根底にこの見方があるからである。授業の中で、一人ひとりの子どもが教材をめぐる自分の考えを表出しあい、不確かなところを調べ直しながら自分の考えを作りあげていく姿を見たとき、私たちは、改めて、子どもの力を信じることの大切さを痛感した。

「一人ひとりが今何をしているのか、その内面を見よう」とか、「子どもの気づきを待とう」とする姿勢をとってきたのは、単なる教師の表明的なポーズではなく、子どもの力を信じ、伸びようとする芽やその契機を必死にさぐり、生かそうとする教師の心の何ものでもない。それはまた、教師にとって、教材を媒体とした子どもとの厳しい対決でもある。この構えがなくして、子どもと共に授業の方向性を見定めていくことはできない。これは教えることより何倍も苦しいが、その苦しさを捨てて易きについたとき、子どもの追求は途切れてしまうのである。

## ③ 子どもの立場に立って教師自身をみる

以上のことを謙虚に受けとめたとき、私たちは、子どもから学ぶという構えが万全であったろうか。子ども一人ひとりのとらえ方に手抜きはなかったろうか。教師にとって、都合のいい一方的な、固定的な子ども理解に陥っていなかったであろうか。教師自らが、自らの姿勢を問い直していく中で子どもが生き、教材がはたらき、学習が子どもの力で発展する授業になると確信している。

授業は、子どもが教材と深くかかわることができ、学ぶことが楽しくてならないと思うことである。「自分から考え、自分なりの方法で調べることができ、自分からわかることができた」という充実感をもち、さわやかな、すがすがしい気持ちになれることであろう。そして、「今度は～をもっと調べたい」「明日もがんばりたい」という楽しみや期待感があることだろう。

私たちは、これからも子どもの生きている授業を求めて、研究を続けていきたい。

終りにあたり、4年の授業をしていただき、実践資料を提供して下さった豊栄市立葛塚東小学校 伏見 憲子先生に厚くお礼を申し上げます。

参考文献 教材のはたらきを生かす授業の追求 新発田市立外ヶ輪小学校研究紀要(1982)